

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

Departamento de Geografia



**Transit-Oriented Development – um ensaio
metodológico para o Porto**

António Rui Gonçalves Fernandes

2011

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

Departamento de Geografia

**Transit-Oriented Development – um ensaio
metodológico para o Porto**

Orientação: Prof. Doutora Elsa Pacheco

António Rui Gonçalves Fernandes

2011

Resumo

A decisão de elaborar este estudo teve como propósito contribuir para a reflexão em torno da aplicação do conceito de *Transit-Oriented Development* (TOD) enquanto solução de transporte, reinterpretando-o à luz do espaço urbano do Porto. Em função dessa reinterpretação foram selecionados os indicadores mais pertinentes para a construção de cenários de localização TOD, enquadrando-se assim este trabalho no âmbito de um ensaio metodológico em áreas urbanas consolidadas.

Não sendo possível extrair uma definição clara e comum da literatura existente, é no entanto consensual que a essência do TOD gravita em torno de três elementos fundamentais: diversidade de usos mistos, elevadas densidade e proximidade a estruturas de transportes.

O *Transit-Oriented Development* pretende ser uma prática de planeamento conducente ao uso mais eficiente do solo e dos padrões de transporte capaz de atuar como estímulo à utilização dos transportes públicos, de diminuir as situações de congestionamentos na cidade e de contribuir para a maior utilização pedonal das ruas (Reddi, Chattopadhyaya e Mazumder, [s.d]).

A aplicação deste conceito ao território do Porto decorre em dois níveis de simulação e resultou na obtenção de diferentes cenários de localização TOD. Os níveis de simulação têm como territórios de referência, o Grande Porto e o Porto e correspondem a sucessivas integrações de variáveis – densidade populacional, estruturas de transportes e densidade de geradores de procura.

Dos cenários obtidos regista-se que a cidade/concelho do Porto é, no âmbito do Grande Porto, o território que mais condições reúne para a localização de áreas TOD. Quanto ao território do Porto, a distribuição dessas áreas promove o destaque da Baixa e da área envolvente da rotunda da Boavista como as áreas mais propícias para a localização dos principais TOD numa hierarquia TOD no Grande Porto.

A partir deste ensaio metodológico espera-se que outros trabalhos surjam e que com eles surjam novas metodologias e novas abordagens aos problemas dos transportes e da mobilidade em espaço urbano.

Abstract

The decision to develop this study had as main goal the contribution for the debate around the application of the concept of *Transit-Oriented Development* (TOD) as a public transport solution, reinterpreting it in light of Porto's urban area of . In accordance with this reinterpretation, the most relevant indicators to the construction location scenarios TOD were selected, therefore, contextualizing this paper within a methodological study conducted in consolidated urban areas.

Although is not possible to extract a clear and universal definition from the existing literature, there is a consensus that the essence of TOD revolves around three key elements: diversity of mixed uses, high density, and high proximity to transport oriented infrastructures.

The *Transit-Oriented Development* is intended to be a practice of development that leads to a more efficient use of soil and transport patterns that is capable to act as a stimulus to the use of public transport, to reduce situations of congestion in the city and to contribute to a higher pedestrian usage of the streets (Reddi, Chattopadhyaya and Mazumder, [nd]).

The application of this concept to Porto's urban area occurs in two levels of simulation, resulting in achieving different scenarios of TOD localization. The levels of simulation have as areas of reference the Greater Porto region and the City of Porto, and they correspond to a number of successive integration of variables – population density, transport infrastructures and generators of demand density.

From the scenarios that were obtained it was found that the City of Porto is, within the Greater Porto region, the area where conditions are more favorable for the implementation of TOD areas. Regarding the City of Porto, the distribution of those areas is highlighted by the city's centre and Rotunda da Boavista's surrounding area, as being the most suitable sites for the location of the main TOD's, in a TOD hierarchy in the Greater Porto region.

From this methodological study, it is expected that other studies emerge, and with them that new methodologies and new approaches aiming to tackle the issues of public transport and mobility within the urban area, can also emerge.

Agradecimentos

Finda esta aventura chamada Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território, chega a hora de expressar a minha gratidão a todos aqueles que, para além de colaborarem, estiveram presentes quando o seu apoio foi necessário.

À Professora Doutora Elsa Pacheco devo agradecer a orientação, a disponibilidade, a simpatia, o interesse e o entusiasmo, que por diversas vezes superou o meu, sem os quais este trabalho teria sido ainda mais árduo.

À Patrícia Trocado devo agradecer o incentivo para que eu fizesse sempre mais e melhor, a companhia e boa disposição nas nossas idas até Coimbra e, principalmente, por nunca me ter deixado *dormir na forma*, tantas foram as vezes em que disse “Como vai a dissertação? Olha que estou atenta!”.

Aos amigos e colegas que através da sua colaboração, sugestões e experiência me ajudaram a encontrar o melhor caminho para ultrapassar os momentos mais complicados e de incerteza. Refiro-me, para além da Patrícia Trocado, ao António Costa e ao José Carlos Faria, as três pessoas com quem tive o prazer de trabalhar mais frequentemente.

A todos aqueles, que direta ou indiretamente, contribuíram para esta dissertação.

Aos amigos de sempre, a quem devo agradecer os momentos de convívio, de diversão e de boa disposição que me proporcionaram nos passeios e nas sessões fotográficas, e que tanto contribuem para o fortalecer da nossa amizade.

À minha família o apoio constante.

E por último, um muito obrigado à minha mãe, minha amiga de todas as horas, pelo teu apoio incondicional, por acreditares no sucesso desta aventura e pelas palavras certas nos momentos certos. Obrigado Mila, fico a dever-te mais uma!

À tua memória Sr. Fernandes.

Índice Geral

Resumo	i
Abstract	iii
Agradecimentos	v
Índice Geral	vii
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Quadros	ix
Acrónimos	xi
1. Introdução.....	15
1.1. Algumas questões sobre mobilidade nas cidades	15
1.2. Questão de partida, objetivos e estrutura do trabalho	18
2. TOD: na procura de soluções para os problemas da mobilidade	23
2.1. Origem do conceito e ambiguidade da definição	23
2.2. Vantagens e limitações.....	29
3. Geradores de Procura e Mobilidade.....	35
3.1. Principais Geradores de Procura.....	35
3.1.1. Notas Metodológicas	35
3.1.2. Geradores de Procura.....	39
3.2. Condições de Mobilidade.....	44
4. Orientar o trânsito do Porto a partir das dinâmicas urbanas: um ensaio metodológico	57
4.1. Notas Metodológicas	57
4.2. Criação de cenários	69
5. Conclusões	101
Bibliografia.....	105
Anexos.....	111

Índice de Figuras

Figura 1 - Esquema do conceito TOD segundo Calthorpe	25
Figura 2 - Comparação entre TOD urbano e suburbano	26
Figura 3 - Elementos-chave do Transit-Oriented Development.....	28
Figura 4 - Address Locator.....	37
Figura 5 - Variação da População entre 2001 e 2011	40
Figura 6 - Densidade Populacional em 2011.....	40
Figura 7 - Variação da População entre 2001 e 2011	41
Figura 8 - Densidade populacional por subsecção estatística	42
Figura 9 - Mapa de Síntese dos Geradores de Procura	43
Figura 10 - Movimentos pendulares com destino ao Porto segundo o motivo trabalho.	46
Figura 11 - Movimentos pendulares com origem no Porto segundo o motivo trabalho.	46
Figura 12 - Distribuição horária das deslocações por modo de transporte	47
Figura 13 - Distribuição horária das deslocações por motivo	48
Figura 14 - Principais movimentos de atravessamento da cidade, entre as 7h30 e as 9h30	49
Figura 15 - Movimentos nas principais entradas e saídas da cidade	50
Figura 16 - Zonamento da cidade	51
Figura 17 - Relação entre as entradas e saídas entre as 7h30 e as 9h30, por zona	52
Figura 18 - Proporção dos movimentos com origem fora do concelho relativamente ao total de “entradas” em cada zona.....	53
Figura 19 - Combinações de variáveis para simulações TOD para o Grande Porto	58
Figura 20 - Combinações de variáveis para simulações TOD para o Porto.....	59
Figura 21 - Técnica de estimação de Kernel	61
Figura 22 - Densidade Populacional segundo estimativa de Kernel	62
Figura 23 - Comparação entre buffers e áreas de serviço	64
Figura 24 - Áreas de Serviço das Estruturas de caminho de ferro.....	66

Figura 25 - Densidade de Geradores de Procura segundo densidade de Kernel.....	67
Figura 26 – Densidade de Geradores de Procura igual ou superior a 48.....	68
Figura 27 - Cenário 1	71
Figura 28 - Cenário 2	73
Figura 29 - Cenário 3	75
Figura 30 - Cenário 4	77
Figura 31 - Cenário 5	79
Figura 32 - Cenário 6	81
Figura 33 - Cenário 7	83
Figura 34 – Cenário 8.....	85
Figura 35 - Cenário 9	87
Figura 36 - Cenário 10	89
Figura 37 - Cenários 11.....	93
Figura 38 - Cenário 12	95
Figura 39 - Cenários 13.....	97

Índice de Quadros

Quadro 1 - Síntese das vantagens e limitações da implementação do TOD.....	31
Quadro 2 - Relação Custo-Benefício do TOD	32

Acrónimos

A_x – Autoestrada

AMP – Área Metropolitana do Porto

AS – Área de Serviço

BART – Bay Area Rapid Transit

BGRI – Base Geográfica de Referenciação da Informação

CAOP – Carta Administrativa Oficial de Portugal

CMP – Câmara Municipal do Porto

CTT – Correios de Portugal

EN – Estrada Nacional

EUA – Estados Unidos da América

GEP – Gabinete de Estudos e Planeamento

IC – Itinerário Complementar

IGEO – Instituto Geográfico Português

INE – Instituto Nacional de Estatística

ISIS – Istituto di Studi per l'Integrazione dei Sistemi

LANI – Los Angels Neighborhood Initiative

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

TRANSPLIS – Transport Planning and Land-UseSustainability

TOD – Transit-Oriented Development

Capítulo 1

Introdução

1 . 1 . Algumas questões sobre mobilidade nas cidades

1 . 2 . Questões de partida, objetivos e estrutura do trabalho

1. Introdução

1.1. Algumas questões sobre mobilidade nas cidades

Entendendo a cidade como um espaço no qual “prevalecem as áreas construídas sobre as não construídas” (Rémy e Voyé, 1994:2), a cidade é, igualmente, “um espaço social que por convergência de produtos e informações desempenha um papel privilegiado nas trocas – materiais ou não” (Rémy e Voyé, 1994:14), sendo, por isso, local de movimentos e fluxos de pessoas, bens e informação.

São precisamente esses fluxos que estabelecem a ligação entre as diferentes partes do território, resultando daí um conjunto integrado dotado de coerência (Salgueiro, 1992) e de equilíbrios sempre provisórios, ideia confirmada por Beaujeu-Garnier (1997) que entende a cidade como uma “estrutura coerente e dinâmica” (Beaujeu-Garnier, 1997:489) na qual a área central assume um papel fulcral nas dinâmicas da cidade (Beaujeu-Garnier, 1997). O centro da cidade é, na maioria das vezes, uma área individualizada relativamente às restantes áreas da povoação, sempre em função da concentração de atividades terciárias, da concentração e diversidade dos usos do solo, da reduzida capacidade de alojamento e do fator de atração que exerce (Salgueiro, 1992). No entanto, de acordo com Banister e Lichfield (1995) “as cidades estão a mudar com o movimento de pessoas e empresas para fora do centro, com o aumento da suburbanização e o desejo de mais baixas densidades residencial e de trabalho” (Banister e Lichfield, 1995:2), de tal modo que, para além do progresso da suburbanização, os padrões de deslocação casa-trabalho e a utilização de transportes públicos têm dado lugar a movimentos cada vez mais complexos, centrados na utilização do veículo individual.

Em torno do transporte individual residem precisamente alguns dos problemas associados aos transportes com os quais a cidade se depara atualmente e que Thomson (1977) *cit.* por Pacione (2005) tipificou em sete dimensões:

- Tráfego e congestionamento promovidos pelo elevado número de veículos em circulação e pela sua concentração em momentos críticos do dia, isto é, nas horas de ponta coincidentes com a ida para o trabalho, ao início da manhã, e o regresso a casa, ao fim da tarde;
- Aglomeração de pessoas nos transportes públicos reflexo da sua insuficiente capacidade, principalmente nas horas de ponta, durante as quais os

passageiros são submetidos a longas filas de espera e a viagens em veículos sobrelotados;

- Peões, na medida em que constituem a maior categoria de vítimas dos acidentes de trânsito, mas também pelo facto de se verem na impossibilidade de aceder a determinados equipamentos e serviços que existiam na cidade e que foram deslocados para áreas mais distanciadas inacessíveis a pé. Os peões são, ainda, motivo de preocupação acrescida, pois são os principais visados pelos efeitos da degradação ambiental provocada pela poluição atmosférica e sonora com origem nos veículos motorizados;

- Impactes Ambientais gerados, principalmente, pela poluição atmosférica e sonora, capazes de influenciarem o bem-estar e a saúde de cada indivíduo, mas também a intrusão visual, destruição de habitats e segregação de comunidades,

- Acidentes rodoviários que têm como principais vítimas os peões, ciclistas e motociclistas;

- Estacionamento, cujas dificuldades são promovidas pela impossibilidade das cidades colocarem à disposição dos cidadãos todo o espaço indispensável ao estacionamento, pelo que se torna necessário implementar medidas restritivas e de combate ao estacionamento ilegal.

A partir de meados do século XX foram praticadas diferentes abordagens conducentes à resolução dos problemas dos transportes em espaço urbano. Pacione (2005) considera que a resolução de tais problemas decorreu ao longo de três fases:

- Na primeira fase, entre as décadas de 50 e 60, as medidas adotadas recaíram sobre a construção de novas infraestruturas, objetivando o aumento da capacidade do sistema viário como forma de resposta à crescente procura de transportes. Esta abordagem enfatizou claramente o lado da oferta, centrada em políticas orientadas para os veículos motorizados. Daqui resultou o imediato aumento da mobilidade em veículos particulares e, conseqüente, aumento do número de viagens não-programadas e a redução da eficácia dos transportes públicos que foram perdendo cota na distribuição modal.

- Na segunda fase, entre as décadas de 60 e 70, a política de transportes dominante foi alvo de uma reorientação. O enfoque passou a estar centrado na acessibilidade em detrimento da mobilidade, pelo que a ênfase desta abordagem foi colocada na exploração das redes e dos equipamentos de transportes já existentes, numa

tentativa de minimização dos impactes negativos do automóvel promovidos pela política anterior. Perante tal reorientação, a pretensão passou a ser a eficiente utilização das estruturas rodoviárias existentes, a que não terá sido alheia a redução das taxas de crescimento económico, o surgimento de movimentos de oposição aos custos sociais e ambientais gerados pelos grandes projetos de investimento, bem como a crise petrolífera de 1973.

- A terceira fase, marcada por uma nova mudança nas políticas de transportes, caracterizada por iniciativas de não transporte, isto é, medidas capazes de maximizar a utilização das redes de transportes e a sua relação com os padrões de atividade diária dos indivíduos e a estrutura dos usos do solo, parece ser aquela pela qual passamos atualmente (Pacione, 2005).

De facto, é esta a preocupação principal em que preside à resolução dos problemas dos transportes em espaço urbano: o automóvel, elemento decisivo na transformação da organização da cidade, enquanto promotor da expansão, é agora um dos seus problemas. A cidade não estará, ainda, devidamente preparada para o automóvel, muitas das cidades que conhecemos são territórios bem mais antigos que o automóvel. As lógicas de criação, crescimento e desenvolvimento destes espaços não se adequam às experiências dos veículos motorizados. De facto, atualmente “assiste-se a uma verdadeira paralisia dos centros das cidades, que foram edificadas à medida do peão. Antes do aparecimento dos automóveis, os veículos eram pouco expressivos e as povoações tinham ruas estreitas sem passeio (...) apresentando-se totalmente inadequadas face à atual invasão dos transportes rodoviários” (Salgueiro, 1992:371).

Tendo como referência a observação simples do que têm sido o desenvolvimento dos territórios urbanos, admite-se que a abordagem à questão da mobilidade em espaço urbano deverá ter lugar a montante da utilização das redes de transportes, ou seja, é necessário assumir que os fluxos numa rede de transportes são a resultante da necessidade derivada da geração de procura pelos usos do solo. Significa isto que o primeiro passo para a resolução de tais problemas deverá passar pela assunção de que os usos do solo e suas funcionalidades são geradores de todo o tipo de movimento (ISIS, 2003) e que qualquer intervenção deve ter em conta, em primeiro lugar, a dinâmica de alteração dos territórios. A propósito das alterações dos territórios, para as quais as questões ambientais também contribuem, verifica-se que passado quase um quarto de século desde a apresentação do conceito de desenvolvimento sustentável, este desígnio

ainda não foi alcançado em termos de mobilidade em muitas cidades, facto que também confirma algum insucesso nas medidas adotadas.

Em síntese, a mudança recente na abordagem ao território e transportes tem no ajuste da oferta, mais o que se entende por desenvolvimento de dado local, e menos na resposta à procura, constituído exercícios que pretendem demonstrar o desenvolvimento das cidades a partir das redes de transporte, resultando, em particular nos Estados Unidos da América (EUA), em meras perspetivas de pensar e gerir a mobilidade nas cidades - o Transit-Oriented Development.

Embora esta nova teoria se desenvolva em torno de áreas de construção nova, como adiante se explicará, colocou-se nas pesquisas exploratórias a questão sobre a aplicação destes princípios e metodologias a áreas consolidadas.

1.2. Questão de partida, objetivos e estrutura do trabalho

O ponto de partida deste trabalho reside na consideração de que as soluções tradicionais de intervenção sobre os transportes não têm sortido os resultados desejados, nomeadamente na abordagem e intervenção sobre as situações de congestionamento e na melhoria da mobilidade através da intervenção nos transportes. Assim sendo, admitimos o *input* “geradores de procura” como agentes importantes no alcance de soluções para tais problemas, ou seja, parte-se do princípio que a procura de soluções para a resolução dos problemas nas cidades deve centrar-se, para além da resposta à procura, nas dinâmicas dos territórios.

A área de objeto de estudo é a cidade do Porto e municípios vizinhos, que passamos a designar por Grande Porto.

No final deste trabalho espera-se encontrar contributos para a reflexão em torno da seguinte questão:

- Face à dificuldade em resolver os problemas de mobilidade e soluções de transporte na cidade do Porto e na sua área metropolitana, pode o conceito de *Transit-Oriented Development* (TOD) constituir uma solução a implementar?

Em termos de objetivos, com este exercício pretende-se:

- Contribuir para a reflexão em torno da aplicação de solução de transporte;

- Reinterpretar o conceito TOD à luz da organização dos espaços urbanos do Porto;
- Selecionar principais indicadores para a construção de cenários de localização TOD;
- Ensaiar uma metodologia de localização TOD em áreas urbanas consolidadas, utilizando o caso da cidade do Porto.

Quanto à estrutura esta dissertação é composta por cinco capítulos.

- O primeiro capítulo corresponde ao enquadramento temático, à definição da questão central do trabalho, à comunicação dos objetivos e à apresentação da estrutura do trabalho;
- No segundo capítulo pretende-se clarificar o conceito de TOD, enquanto proposta de abordagem aos problemas de mobilidade. Para tal, é feita uma descrição das origens deste conceito e das especificidades que moldam, de forma ambígua, a sua definição. Neste contexto, são ainda referidos casos de estudo sobre a sua aplicação, bem como as vantagens e limitações mais pertinentes;
- O terceiro capítulo é dedicado a uma caracterização da cidade do Porto que pretende destacar os espaços e aspetos territoriais mais relevantes, centrada nos principais geradores de procura e nas condições de mobilidade;
- No quarto capítulo pretende-se aplicar o conceito de TOD à cidade do Porto realizando, para tal, algumas simulações em ambiente SIG que servirão de suporte à discussão dos resultados;
- O quinto capítulo corresponde às conclusões passíveis de serem retiradas deste trabalho.

No que diz respeito às opções metodológicas adotadas, a pesquisa bibliográfica de referência é a metodologia de base transversal a toda a dissertação. Para além dada pesquisa bibliográfica, foi ainda efetuada recolha de informação e bases cartográficas essenciais à elaboração deste trabalho em fontes diversas, nomeadamente:

- Recenseamento à População e à Habitação de 2001 e os dados preliminares do Recenseamento à População e à Habitação ambos do Instituto Nacional de Estatística (INE);
- Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) e a Base Geográfica de Referenciação da Informação (BGRI) do Instituto Geográfico Português (IGEO);

- Rede Viária do Grande Porto utilizada na disciplina de Aquisição e Edição de Dados Geográficos do Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território da Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

Capítulo 2

TOD: na procura de soluções para os problemas da mobilidade

2 . 1 . Origem do conceito e ambiguidade da definição

2 . 2 . Vantagens e limitações

2. TOD: na procura de soluções para os problemas da mobilidade

2.1. Origem do conceito e ambiguidade da definição

A literatura que aborda o *Transit-Oriented Development* é bastante recente, remonta aos anos 90 do século XX, mas os princípios que suportam este conceito são bem mais antigos. Alguns autores referem a sua origem associada ao desenvolvimento de bairros de Nova Iorque ao longo das linhas de caminho de ferro elevadas, outros recuam ainda mais no tempo e admitem a génese do TOD na localidade de Ur associado ao transporte fluvial (Carlton, 2009). Parece, de facto, que é a partir do século XIX que esta temática surge com efetivo significado no decorrer dos desenvolvimentos especulativos residenciais em torno dos terrenos adjacentes das estações e ao longo das ferrovias. Um dos exemplos marcantes deste tipo de desenvolvimento foi a comunidade de Riverside nos arredores de Chicago, desenhada pelo arquiteto paisagista Frederick Law Olmsted em 1868. À época esta comunidade apresentava já alguns dos padrões de ocupação característicos do TOD tal como é entendido atualmente, isto é, a existência de usos mistos num núcleo comercial próximo de uma estação ferroviária, rodeado de áreas residenciais e espaços de utilização pública (Hopper, 2007).

A avaliar pela literatura disponível a definição de *Transit-Oriented Development* não se apresenta consensual, assumindo diferentes contornos entre autores. Ao longo do tempo os investigadores constataram que as elevadas densidades, bem como os usos mistos do solo, apresentam-se como elementos bastante relevantes nos processos de expansão da cidade. Do mesmo modo, confirmaram a importância exercida pelo jogo entre a oferta e a procura de transporte público nas dinâmicas e estruturas urbanas.

O facto de não existir uma definição manifestamente elucidativa sobre este conceito surge como elemento capaz de permitir diversas interpretações e, portanto, diversas adaptações. Neste sentido apresentam-se de seguida algumas das abordagens apresentadas por alguns dos mais destacados autores desta temática.

A interpretação atual do conceito TOD remonta às considerações de Peter Calthorpe, publicadas em 1992 no livro “*The New American Metropolis*”, sobre um centro misto de elevadas densidades residencial, de comércio e de serviços cujo núcleo, verticalmente integrado e no qual existe um estação, é facilmente acessível a partir das áreas residenciais próximas (Nelson, 2001).

Não será, por certo, de estranhar que todos os casos de estudo analisados validam a interpretação de Calthorpe. De facto, todos esses projetos TOD contemplavam significativas áreas de usos mistos do solo, principalmente áreas residenciais, de comércio e escritórios. É o caso, por exemplo, dos projetos *Emeryville Amtrak Station* na cidade de Emery¹, que previa o desenvolvimento de um TOD numa área de 51000m² repartidos entre edifícios de escritórios, pisos térreos para comércio e escritórios e 150 unidades de residenciais; e *Pleasant Hill BART Station*, na cidade de Pleasant Hill², que previa uma área de 38000m² de escritórios, 345 apartamentos e moradias, 3700m² para comércio e restaurantes, bem como um quarteirão verde, enquadrável à luz dos espaços públicos admitidos por Calthorpe. Relativamente à existência de uma estação na área central do núcleo verticalmente integrado, destaca-se o projeto *American Plaza* na cidade de San Diego³ pelo facto de simultaneamente uma estação de metro ser a âncora do TOD e este ser um exemplo de integração vertical dos usos ou «TOD vertical». O projeto *American Plaza* contemplou a criação de uma estação incorporada no edifício mais alto de San Diego, vocacionado para escritórios, área comercial e o museu de arte contemporânea da cidade (<http://transitorienteddevelopment.dot.ca.gov/>).

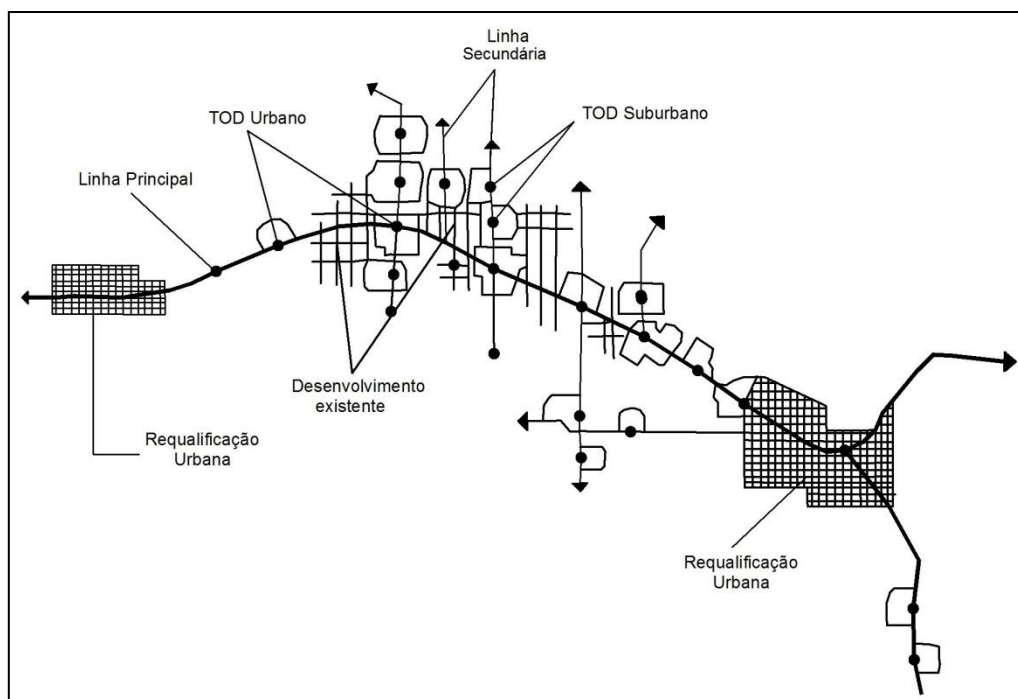
Ainda segundo a interpretação de Calthorpe, em cada TOD o número e a variedade de estabelecimentos comerciais existentes variam de acordo com a dimensão, localização e função de cada centro, pelo que Calthorpe distingue duas tipologias de TOD, dependendo da sua articulação com o sistema de transportes e a intensidade do seu desenvolvimento (Figura 1). Por um lado, concebe o TOD de tipo urbano centrado nas estações de uma linha principal do sistema regional de transportes, cuja localização é determinada pela distância entre estações, que normalmente varia entre 800 e 1600 metros. A propósito do TOD urbano, Calthorpe refere que este deve ser dotado de elevada densidade comercial, clusters de emprego e de uma elevada densidade populacional, tal como se confirma na figura 2 onde se verifica que os TOD

¹ A cidade de Emery pertence ao condado de Alameda, Califórnia, EUA.

² A cidade de Pleasant Hill pertence ao condado do Contra Costa, Califórnia, EUA.

³ A cidade de San Diego pertence ao condado de San Diego, Califórnia, EUA

Figura 1 - Esquema do conceito TOD segundo Calthorpe

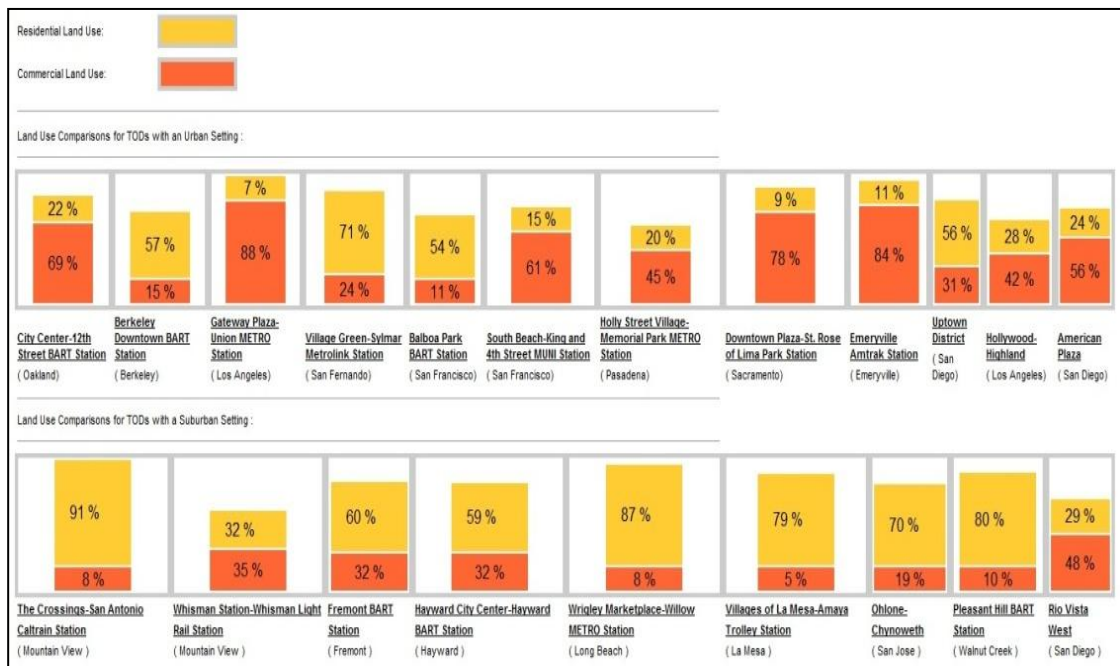


FONTE: Adaptado de Nelson, Niles e Hibshoosh, 2010

considerados apresentam uma relação entre usos comercial e residencial favorável a este último uso. Destacam-se nestes exemplos os projetos analisados no nosso estudo, nomeadamente *Emeryville Amtrak Station* e *American Plaza*. Por outro lado, Calthorpe concebe, também, o TOD de bairro ou suburbano posicionado numa linha local ou alimentadora de uma linha principal, até uma distância de cerca de 3 milhas, isto é, a menos de 10 minutos. Este tipo de TOD desenvolve-se em áreas de densidades residenciais moderadas, bem como áreas fornecedoras de serviços, comércio a retalho, entretenimento e lazer, tal como se constata na figura 2 onde o peso do uso residencial é claramente superior na maioria dos casos ao uso comercial.

Salvensen (1984) *cit.* por Cervero, Ferrel e Murphy (2002) entende o TOD apenas como “*Development within a specified geographical area around a transit station with a variety of land uses and a multiplicity of landowners*” (Cervero, Ferrel e Murphy, 2002:5), enquanto LeFaver (1997) admite o TOD como uma abordagem de desenvolvimento que ocorre no raio de um quarto de milha a partir de uma determinada estação, de modo a promover a interação entre o desenvolvimento e esse equipamento de transporte, através da sua instalação ou facilitação de acesso pedonal (LeFaver, 1997).

Figura 2 - Comparação entre TOD urbano e suburbano



FONTE: Extraído de <http://transitorienteddevelopment.dot.ca.gov/>

De acordo com Lefaver, o TOD é um tipo de desenvolvimento frequentemente estabelecido sob a forma de parcerias público-privada⁴. A respeito desta posição de Lefaver, todos os projetos considerados neste estudo correspondem, de facto, a parcerias entre entidades públicas e privadas, nomeadamente entre os municípios e as empresas promotoras dos TOD. Neste âmbito, deve ainda ser referido o envolvimento dos diversos grupos comunitários ao longo de todo o processo, não só através da atribuição de responsabilidade na tomada de decisão sobre os investimentos a realizar⁵, mas também no controlo dos fundos disponibilizados para a sua gestão⁶.

Caso elucidativo da preponderância dos grupos comunitários é o projeto *Pleasant Hill BART Station* na Califórnia, cuja vontade dos cidadãos daquela comunidade em mantê-la como centro de emprego, não se convertendo numa área destino de entretenimento e de lazer, pressionou o promotor a abandonar o projeto nestes moldes (<http://transitorienteddevelopment.dot.ca.gov/>).

⁴ Development which generally occurs within a quarter mile of a designated transit or rail stop and is situated to encourage interaction between the development and the transit facility through the placement of a facility or the ease of pedestrian access. This development often includes joint development agreements between public agencies and private developers (LeFaver, 1997: 254).

⁵ "While LANI [Los Angeles Neighborhood Initiative] contributed seed money, it encouraged residents to make decisions as to how the funds build capacity in the community" (<http://transitorienteddevelopment.dot.ca.gov/>).

⁶ Giving community groups some controlover the funds to be used in their neighborhood promoted ongoing public involvement" (<http://transitorienteddevelopment.dot.ca.gov/>).

Bernick e Cervero (1997) *cit.* por Cervero, Ferrel e Murphy (2002) interpretam o TOD como uma comunidade compacta de usos mistos, cujo centro é uma estação, capaz de incentivar os seus moradores, trabalhadores e consumidores a preterirem o veículo particular em favor dos transportes públicos. Bernick e Cervero admitem, ainda, que esta comunidade se prolonga num quarto de milha, podendo ser percorrida a pé em cerca de cinco minutos. Com efeito, o centro da comunidade é a própria estação, bem como os espaços públicos que a cercam, sendo a estação o elo de ligação entre os moradores da comunidade e a região envolvente. À semelhança da *ágora* da Antiguidade grega, estes dois autores apreendem este espaço público como o local de encontro, de celebração e de eventos especiais⁷ (Cervero, Ferrel e Murphy, 2002).

Alguns autores apresentam uma visão mais simples do TOD, como Boarnet e Crane ou Still. Boarnet e Craine (1998) *cit.* por Cervero, Ferrel e Murphy (2002) referem-se ao TOD apenas como “a prática do desenvolvimento ou intensificação do uso do solo residencial na proximidade de estações ferroviárias”⁸ (Cervero, Ferrel e Murphy, 2002:5), enquanto Still (2002) *cit.* por Cervero, Ferrel e Murphy (2002) considera-o “uma comunidade de uso misto que encoraja as pessoas a viver perto dos serviços de transportes e a diminuir a sua dependência da condução” (Cervero, Ferrel e Murphy, 2002:5).

O projeto TRANSPLUS, através da publicação *Alcançar a Sustentabilidade através de Políticas Integradas de Transportes e Usos do Solo*, defende que o “Desenvolvimento Orientado para os Transportes Públicos inclui diversos mecanismos para intensificar a densidade habitacional e outras atividades perto de estações ferroviárias urbanas, transportes ferroviários ligeiros de passageiros, metropolitano e elétrico. Estes mecanismos podem ser implementados no interior das cidades assim como na área metropolitana para abranger os fluxos de população que se desloca para o trabalho” (ISIS, 2003:16). Sendo este um projeto europeu que aborda a questão do TOD admite-se, assim, a possibilidade deste conceito se aplicar em áreas já construídas e historicamente consolidada, como o é o caso da Europa.

⁷ “A compact, mixed-use community, centered around a transit station that, by design, invites residents, workers, and shoppers to drive their cars less and ride mass transit more. The transit village extends roughly a quarter mile from a transit station, a distance that can be covered in about 5 minutes by foot. The centerpiece of the transit village is the transit station itself and the civic and public spaces that surround it. The transit station is what connects village residents to the rest of the region...The surrounding public space serves the important function of being a community gathering spot, a site for special events, and a place for celebrations—a modern-day version of the Greek agora” (CERVERO, FERREL e MURPHY, 2002: 5).

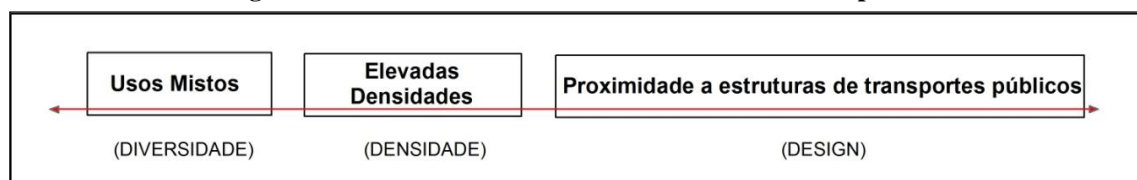
⁸ “The practice of developing or intensifying residential land use near rail stations” (CERVERO, FERREL e MURPHY, 2002: 5).

Assim entendido, o desenvolvimento orientado para os transportes públicos inclui medidas que passam pela melhoria da acessibilidade aos transportes públicos existentes, a criação de novas comunidades orientadas para os transportes públicos, bem como a renovação das estações ferroviárias e das áreas circundantes às estações.

Perante o vasto leque de interpretações sobre o *Transit-Oriented Development*, não é possível identificar a mais correta ou a mais representativa deste conceito, no entanto a interpretação de Calthorpe é comumente aceite como referência nesta matéria. Ainda assim, “a sua definição foi individualizada por diferentes agências e governos com base nas suas necessidades regionais e locais” (Reddi, Chattopadhyaya e Mazumder, [s.d]:3). Por exemplo, o Departamento dos Transportes da Califórnia considera o TOD como um desenvolvimento de moderadas a elevadas densidades, localizado no raio de um percurso a pé a partir de uma estação principal, dotado geralmente de uma mistura de residências, emprego e oportunidades de compras para os peões, sem no entanto excluir o automóvel. Esta instituição considera, ainda, que o TOD pode ser uma nova construção ou a reconstrução de um ou mais edifícios facilitadores da utilização de transportes públicos (<http://transitorienteddevelopment.dot.ca.gov/>).

Será precisamente a possibilidade de múltiplas interpretações que permite identificar os elementos-chave do TOD. Não existindo uma definição unívoca, conseguimos determinar o raio de atuação do desenvolvimento orientado para os transportes públicos na conjugação de três elementos-chave materializados na diversidade dos usos mistos do solo, nas elevadas densidades e no desenho das redes de transportes, considerando-se o TOD como uma estratégia baseada nos três D de diversidade, densidade e design (Figura 3).

Figura 3 - Elementos-chave do Transit-Oriented Development



FONTE: Adaptado de Dragutescu (2006)

O TOD enquanto estratégia de crescimento inteligente perspectiva a revitalização da cidade, através da promoção da sua compactação nos casos de construção nova e do seu desenvolvimento em territórios consolidados de forte densidade de construção, opondo-se desta forma à expansão urbana marcada pela dispersão da cidade, pelas baixas densidades e por um desenvolvimento de larga escala (Litman, 2011). Perante tal oposição, o TOD pretende ser alternativa à expansão urbana e à dependência automóvel associada e apresentar-se como princípio de desenvolvimento e prática de planeamento conducentes ao uso mais eficiente do solo e dos padrões de transporte, centrado naqueles três elementos-chave: usos do solo, elevadas densidades e redes de transportes.

Neste sentido, o TOD tem como grandes objetivos atuar como incentivo à utilização dos transportes públicos como primeira opção de transporte em detrimento do automóvel; minimizar as situações de congestionamento na cidade e incrementar a utilização pedonal das ruas (Reddi, Chattopadhyaya e Mazumder, [s.d]).

2.2. Vantagens e limitações

Segundo Nelson, Niles e Hibshoosh (2001) o sucesso do TOD oscila em função da dificuldade em prever as respostas dadas pelo mercado relativamente às políticas de transporte e usos do solo implementadas, de tal modo que uma das lacunas apontadas ao TOD é o facto de *“at the end of the 20th century, transit investments are made without the assistance of empirical data or predictive models that can test the veracity of the assumption that benefits commensurate with costs will be achieved”* (Nelson, Niles e Hibshoosh, 2001:16). A propósito desta questão será pertinente ter em consideração a espessura da história no nível de consolidação dos territórios. Se esta abordagem incidir em espaços densos, parece claro que se impõe a necessidade de otimizar soluções, nas quais novas infraestruturas podem, ou não, ser solução. As decisões sobre investimento em transportes devem ser articuladas com as restantes necessidades do território, rompendo com a tradição apoiada na concretização de planos concentrados exclusivamente na oferta de infraestruturas (Pacheco, 2004). Todavia, se em causa estiverem espaços em expansão de construção nova parece crível que as redes, infraestruturas e material circulante poderão, de facto, atuar como indutores ou orientadores do desenvolvimento.

É, ainda, referido que outras das grandes limitações do TOD, a propósito dos investimentos efetuados, reside num certo desconhecimento das atividades do comércio a retalho e das deslocações associadas. Importa aqui compreender a preponderância das atividades de não-trabalho, isto é, a base da maioria das deslocações efetuadas pelos indivíduos, associadas ao comércio a retalho conotado genericamente com o ir à compras, comer fora e atividades de lazer.

É admitido que o TOD é promotor de diversas vantagens, enquadráveis à luz de quatro grandes grupos - mobilidade, estilos de vida, económico/ambiental e dinâmicas urbanas - assim como de limitações que atuam como obstáculos a uma implementação deste tipo de projeto – desenho das redes, comunidades locais, investidores e financiamento (Quadro 1). Pese embora a sua apresentação neste exercício surja compartimentada em quatro grandes grupos, as vantagens e limitações da implementação de um TOD jamais poderão ser consideradas isoladamente e muito menos se confinam a esta classificação, pelo que se procurou, no quadro 1, sistematizar apenas as vantagens e limitações referenciadas pela maioria dos autores consultados.

No centro do debate acerca das vantagens e limitações do TOD coloca-se a dimensão do seu efeito no comportamento das deslocações à escala regional nas áreas metropolitanas consolidadas. Tal relação entre vantagens e limitações pode ser resumida, sob o ponto de vista económico, na relação custos-benefícios derivada da implementação desta abordagem. Neste sentido, é necessário compreender que o sucesso, ou insucesso, do TOD é medido pela maior ou menor preponderância dos benefícios obtidos com o TOD, relativamente aos custos associados à sua aplicação, pelo que esta relação depende tanto dos promotores dos projetos TOD como dos consumidores e contribuintes (Nelson, Niles e Hibshoosh, 2001).

Nelson, Niles e Hibshoosh (2001) admitem que a relação custo-benefício do TOD não depende unicamente do comércio a retalho, nem do comportamento dos consumidores. Tal relação, segundo os autores, será igualmente resultado da tecnologia implementada nos transportes, assim como da harmonia entre o TOD e as áreas habitacionais, o emprego e os padrões de deslocação. No entanto, o sucesso do TOD não pode ser avaliado somente numa perspetiva de custos e benefícios económicos, esta avaliação terá que incluir outras dimensões capazes de aferir a globalidade dos efeitos produzidos. Neste sentido, Nelson, Niles e Hibshoosh identificaram os custos e benefícios mais significativos desta abordagem de planeamento, apresentados no quadro 2 e que variam desde a esfera pessoal de cada indivíduo até ao nível ambiental.

Quadro 1 - Síntese das vantagens e limitações da implementação do TOD

Vantagens	Limitações
Mobilidade <ul style="list-style-type: none"> - Mais mobilidade pedonal - Mais passageiros - Menos congestionamentos - Menos acidentes - Incentivo à deslocação a pé 	Desenho das Redes <ul style="list-style-type: none"> - Fracos acessos pedonais às estações - Parques de estacionamento a separar as estações da comunidade envolvente - Estações/Corredores BUS situados em áreas com fracas ligações aos centros de atividade
Estilo de Vida <ul style="list-style-type: none"> - Melhoria da qualidade de vida - Lugares mais aprazíveis para viver, trabalhar e lazer - Mais segurança (ou sentimento de segurança) - Estilos de vida mais saudável 	Comunidades Locais <ul style="list-style-type: none"> - Preocupações com as mudanças nas características das comunidades - Preocupações com as densidades de tráfego
Económico / Ambiental <ul style="list-style-type: none"> - Menor impacto dos transportes no orçamento familiar - Valor da propriedade mais elevado e estável - Menor dependência de petróleo e gás - Menos poluição - Maior competitividade económica 	Investidores <ul style="list-style-type: none"> - Desinteresse por projetos que contemplem reduzidas áreas de estacionamento - Complexidade da regulamentação e na aprovação dos projetos
Dinâmicas Urbanas <ul style="list-style-type: none"> - Redução dos incentivos à expansão - Aumento dos incentivos ao desenvolvimento compacto 	Financiamento <ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade na obtenção

Quadro 2 - Relação Custo-Benefício do TOD

CUSTOS	BENEFÍCIOS
<ul style="list-style-type: none">- Construção dos sistemas de trânsito- Operacionalização dos sistemas de trânsito- Mitigação dos congestionamentos causados pelo desenvolvimento compacto- Planeamento do TOD, incentivos ao seu desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none">- Redução dos congestionamentos (tempo e excesso de combustível)- Melhoria da qualidade do ar (redução de custos com a saúde)- Infraestruturas reduzidas- Poupança nos tempos de viagem e no funcionamento dos veículos- Redução da propriedade automóvel

FONTE: Adaptado de Nelson e Niles (2006)

Capítulo 3

Geradores de procura e mobilidade

3 . 1 . Principais geradores de procura

3 . 1 . 1 . Notas metodológicas

3 . 1 . 2 . Geradores de procura

3 . 2 . Condições de mobilidade

3. Geradores de Procura e Mobilidade

Neste capítulo em que se abordam algumas questões sobre a mobilidade, identifica-se também a distribuição dos principais geradores de procura na cidade do Porto. Neste âmbito, convém clarificar que se consideram dois tipos de geradores de procura: a população enquanto gerador potencial de procura e um conjunto de outros geradores, nomeadamente atividades económicas e serviços, que pela natureza da sua atividade são capazes de gerar a deslocação das pessoas.

3.1. Principais Geradores de Procura

3.1.1. Notas Metodológicas

O tratamento da informação relativa à geração de procura potencial – a população – baseou-se nos dados do Recenseamento da População e Habitação de 2001 e nos dados preliminares do recenseamento de 2011 elaborados pelo Instituto Nacional de Estatística.

Como se disse, considerou-se também um conjunto de outros geradores de deslocações na cidade do Porto, os quais se referem, concretamente, às atividades económicas e serviços. Para tal foi necessário satisfazer dois pré-requisitos: obter uma listagem de todos os geradores de procura e proceder à sua georeferenciação.

Considerando-os como empreendimentos capazes de transformar o espaço envolvente, de definirem o uso e a ocupação do solo, as dinâmicas de circulação e ao atraírem pessoas e gerarem viagens (Andrade e Soares, 2006) os geradores de procura são, no âmbito desta dissertação, entendidos “empreendimentos que geram ou atraem um grande número de [deslocações], causam reflexos na circulação do tráfego [envolvente] e, conseqüentemente, prejudicam a acessibilidade e a fluidez do tráfego de toda região em que se inserem” (Silva, Kneib e Paulo, 2006:111).

A Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (1983) *cit.* Andrade e Soares (2006) identifica dois tipos de geradores de procura – micro-pólos e grandes pólos – distinguindo-os mediante a amplitude do seu impacto isoladamente ou em conjunto com outros geradores. É o caso das farmácias, escolas, restaurantes ou bares

no caso dos micro-pólos e dos hospitais, universidades, centros comerciais ou hotéis no caso dos grandes pólos.

Neste sentido, foram consideradas quatro categorias de geradores de procura – ensino, saúde, comércio e serviços – nas quais se enquadram todos os registos recolhidos. Para cada categoria de geradores de procura referida, a recolha teve sempre início com a consulta da página eletrónica da Câmara Municipal do Porto (CMP) na Internet, sendo posteriormente complementada com a consulta de outras páginas eletrónicas, de acordo com a natureza do gerador de procura em causa. Salvaguardou-se sempre a possibilidade de em alguns casos a informação recolhida não ser totalmente fiável, mas admitiu-se que para efeitos deste ensaio metodológico poderão ser razoáveis as fontes de informação que permitiram a listagem dos geradores de procura que se encontram no anexo 1.

Quanto ao segundo pré-requisito, a georeferenciação dos geradores de viagens listados, foi decidido efetuar este procedimento com recurso à morada de cada registo.

Da listagem referida no primeiro pré-requisito constava, não só a identificação do gerador de viagem, como também a sua morada. A propósito da recolha da morada dos geradores, decidiu-se adotar o conteúdo do conceito de endereço⁹, estabelecido pelos CTT, no sentido de estipular quais as informações pertinentes a recolher.

Tendo como referência o conteúdo dos endereços em Portugal e o facto deste exercício se limitar essencialmente ao concelho do Porto, não se entendeu necessário incluir na listagem referida a informação relativa à localidade e ao código postal dos geradores de viagem. Por outro lado, como se pretende obter apenas o seu posicionamento, não se considerou relevante incluir informação relativa à identificação do alojamento no edifício. Assim, da informação relativa às moradas consta a identificação da artéria e a identificação do edifício.

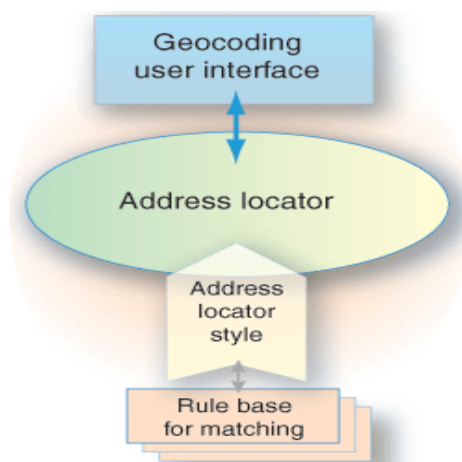
⁹ “Um endereço é o conjunto de informações precisas e completas que permite o encaminhamento de um objeto postal e a sua entrega ao destinatário, sem equívoco nem necessidade de investigação” (CTT, 2010:4). O conceito de endereço contempla o seguinte conteúdo:

- Identificação do destinatário – pessoa, individual ou coletiva a quem é dirigido o objeto postal;
- Identificação da artéria - designação oficial atribuída pela autarquia local, identificadora da artéria na localidade. Pode ser dividida em dois campos, tipo e nome:
 - Tipo – alameda, avenida, bairro, rua, etc;
 - Nome – algumas artérias têm o nome de uma figura pública, por vezes antecedido do título honorífico (cargo ou profissão).
- Identificação do Edifício - Número de polícia atribuído pela autarquia, lote, torre ou outro.
- Identificação do Alojamento no Edifício - constituído pelo piso e restante identificação do alojamento no piso (esquerdo, direito, A, B, ...).
- Localidade - designação completa da localidade do destinatário.
- Código Postal - composto por 7 algarismos seguidos da designação postal (CTT, 2010)

Tendo a lista de geradores de procura organizada, a etapa seguinte consistiu no processo de georeferenciação¹⁰ por moradas, recorrendo ao software ArcGIS.

No exercício de georeferenciação o inconveniente da não contemplação dos endereços portugueses naquele software foi contornado com o recurso à utilização de um estilo brasileiro de localização de moradas, isto é, um modelo sobre o qual o localizador de moradas ou *address locator* é construído (Figura 4), sendo cada modelo desenhado para acomodar um formato específico de dados de referência do endereço, isto é, os parâmetros de geocodificação (<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/>).

Figura 4 - Address Locator



FONTE: <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/>

¹⁰ A georeferenciação por morada ou *address matching* é um tipo de georeferenciação que consiste na “atribuição de coordenadas geográficas, a partir da comparação da morada de um dado registo com uma base de referência” (Veigas, Marques e Neves, 2001:1). Trata-se de um tipo de georeferenciação entendida como uma forma de posicionamento indireto, na medida em que não é fundamentada em coordenadas geográficas. Consiste num processo de conversão da descrição de um local, através da sua morada, para a sua localização num mapa (<http://resources.arcgis.com/>), sendo que “a atribuição de significância espacial a um dado evento é feita através de uma igualdade entre um atributo do evento (endereço, código postal, ...) e o atributo correspondente na base cartográfica de referência” (Veigas, Marques e Neves, 2001:2).

Na composição do mapa de referência – mapa da rede viária – constam linhas estruturadas sob a forma de um grafo¹⁰, representando as vias. Cada um dos arcos do grafo tem associada informação relativa ao nome das vias e aos respetivos números de polícia inicial e final de cada lado da via. Neste tipo de georeferenciação, o sistema encontra a morada pretendida ao fazer coincidir os dados tabulares e o mapa da rede viária, efetuando de seguida a interpolação entre o número de polícia no segmento de rua correspondente e o seu posicionamento no lado correto da rua, direito ou esquerdo.

O resultado obtido da georeferenciação por moradas é uma aproximação, uma vez que o sistema indica o ponto do segmento de reta da rede viária onde calcula ser a localização da morada. Neste sentido, a georeferenciação por moradas poderá não ser totalmente eficaz, em virtude da eventual existência de lacunas nos nomes das vias, da utilização de nomes não oficiais das mesmas ou, ainda, da obtenção de endereços incompletos.

A este propósito, será importante compreender que em Portugal os endereços apresentam especificidades que os distinguem dos endereços de outros países. Já que os *softwares* de informação geográfica de referência não contemplam os endereços portugueses, a sua georeferenciação apenas se torna possível se se proceder à adaptação das bases cartográficas de referência, assim como dos objetos a georeferenciar (Veigas, Marques e Neves, 2001).

A aplicação da georeferenciação automática¹¹ de moradas resultou em:

- 51% dos endereços georeferenciados;
- 3% dos endereços com mais do que um candidato, isto é, mais do que um posicionamento possível para um determinado registo no processo de georeferenciação;
- 46% dos endereços não georeferenciados.

Uma vez que a georeferenciação automática não resultou na totalidade dos registos pretendidos, foi decidido ajustar gradualmente os seus parâmetros de forma a manter um mínimo de qualidade na georeferenciação e melhorar os resultados obtidos, isto é, aumentar o número de registos georeferenciados e diminuir os não georeferenciados. Ainda assim, a georeferenciação automática não foi eficaz na totalidade dos registos, pelo que se torna necessário o recurso à georeferenciação interativa que consiste na edição do nome da rua referida na morada e a sua associação a um *score* inferior ao *score* de referência.

Ao longo deste exercício de georeferenciação interativa de moradas, registamos as situações que não permitiram a sua georeferenciação automática, nomeadamente:

- A existência de lacunas nos nomes das vias, tal como acentuação incorreta ou omissão de palavras;
- A utilização de nomes não oficiais das vias;
- As moradas incompletas.

Após efetuar a georeferenciação automática e interativa das moradas, persistiram moradas não georeferenciadas, pelo se optou pela forma manual de georeferenciação de moradas nesses casos que consiste na seleção de uma localização definida de acordo com o conhecimento que o operador tenha do território.

É um tipo de georeferenciação de moradas que introduz uma certa possibilidade de erro, o qual se tenta minimizar ao recorrer ao Google Maps ou ao Google Earth como fonte de comparação na determinação correta do posicionamento desses geradores não georeferenciados.

¹¹ A georeferenciação por moradas pode ser realizada sob três formas:

- Automaticamente – através do ajuste dos parâmetros relativos à sensibilidade ortográfica e ao *minimum match score* (anexo 2);
 - Interactivamente – através da edição das moradas e da sua combinação com um *score* abaixo do definido;
- Manualmente – por comparação entre a base cartográfica de referência e o Google Maps ou Google Earth, admitindo neste caso a possibilidade de erro ser maior.

Como resultado final deste exercício de georeferenciação dos geradores de viagem pela sua morada, obtivemos uma taxa de sucesso na ordem dos 99%. De facto, dos 852 geradores de viagem listados foi possível georeferenciar 847, dos quais 522 com *match score* entre 80 e 100, e 325 com *match score* inferior a 80, representando, respetivamente, 62% e 38% dos geradores georeferenciados. Apenas 5 geradores (1%) não foram georeferenciados (Anexo 3).

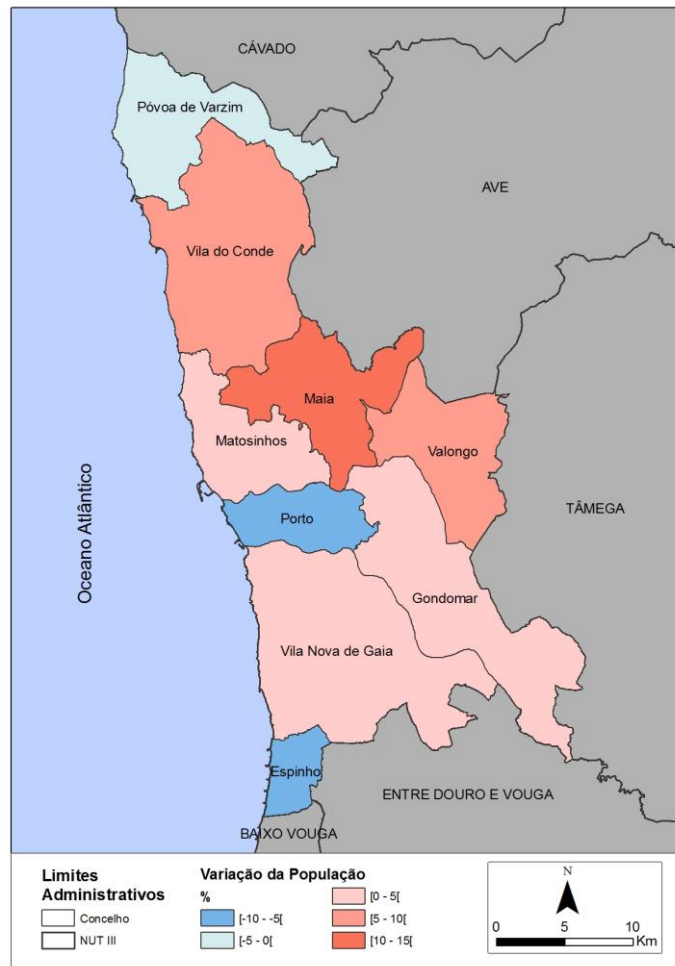
3.1.2. Geradores de Procura

Considerando, em primeiro lugar a população como indicador de geração potencial de viagens, verifica-se, para o caso do Porto que o concelho tem vindo a perder população nas últimas décadas. No últimos períodos intercensitários - 1991-2001 e 2001-2011 - o Porto foi precisamente o concelho que mais população perdeu no Grande Porto, perda essa da ordem dos 13% entre 1991 e 2001 e de cerca de 10% entre 2001 e 2011, situando-se, assim, na posição oposta à Maia que em ambos os períodos foi o concelho que mais população ganhou, embora numa proporção menor no período mais recente (Figura 5). No entanto, em termos de densidade populacional o Porto continua a ser o concelho mais densamente povoado com 5735 habitantes/km², seguido de Matosinhos com 2802 habitantes/km² (Figura 6).

Nos seus 41,4 Km² de área, a cidade/concelho do Porto passou por uma situação de perda de população nos últimos períodos intercensitários, embora de forma não uniforme entre as suas quinze freguesias. A este propósito, a variação da população entre 1991 e 2011 permitia identificar claramente duas áreas fortemente marcadas pela perda de efetivo populacional – as freguesias centrais e a zona oriental da cidade – destacando-se pela positiva as freguesias de Ramalde e Foz do Douro, que pelos seus resultados positivos neste indicador atenuaram a perda de população na área ocidental da cidade. Todavia, entre 2001 e 2011 a perda de população manifestou-se em praticamente todas as freguesias à exceção de Ramalde, cujo ganho de população não alcançou 1%, (Figura 7).

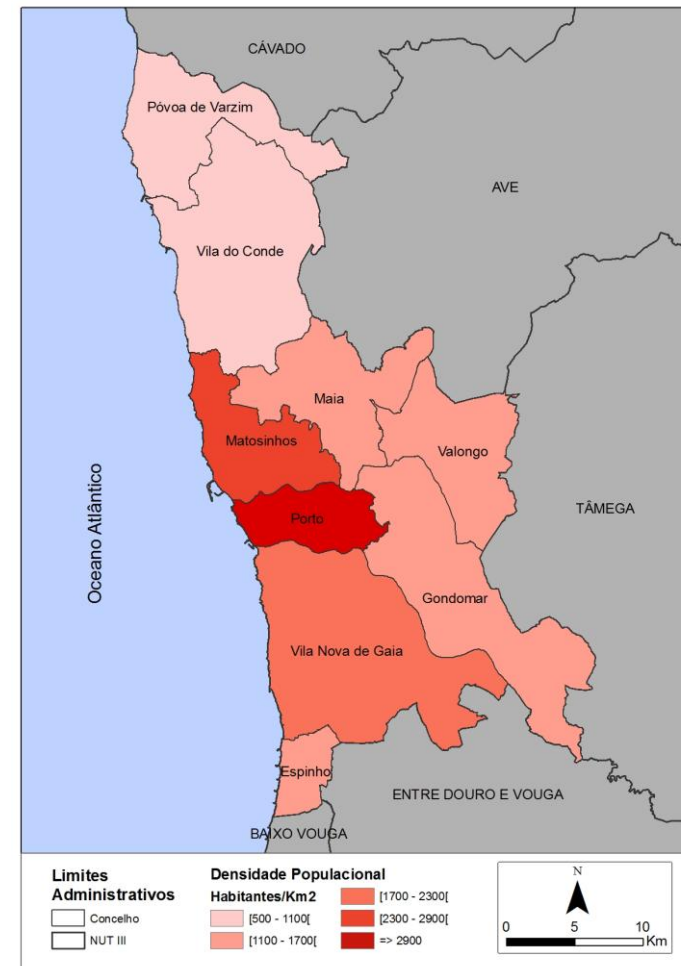
Neste período as freguesias do núcleo histórico da cidade - Miragaia, Vitória, Sé e São Nicolau - foram as mais afetadas pela perda de população, tendo todas elas registado uma variação da população superior a -20%, uma situação já constatada por Fátima Loureiro de Matos (2007) relativamente ao período 1991-2001 ao registar

Figura 5 - Variação da População entre 2001 e 2011



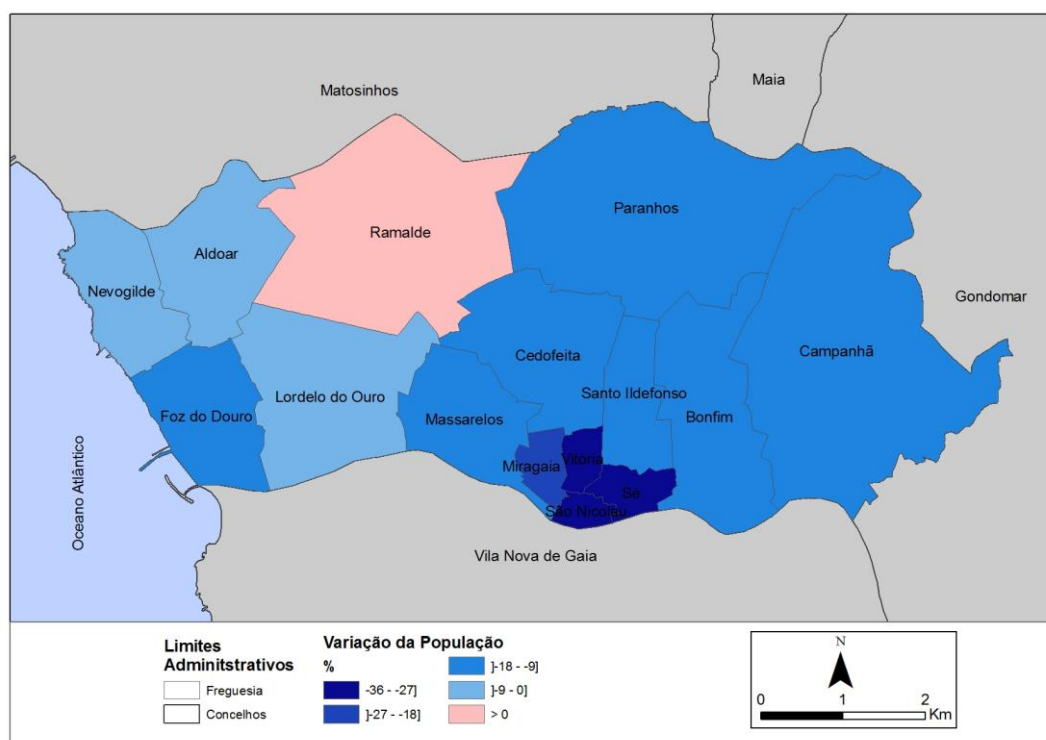
FONTE: INE, 2001 e INE, 2011

Figura 6 - Densidade Populacional em 2011



FONTE: INE, 2011

Figura 7 - Variação da População entre 2001 e 2011



FONTE: INE, 2001 e INE, 2011

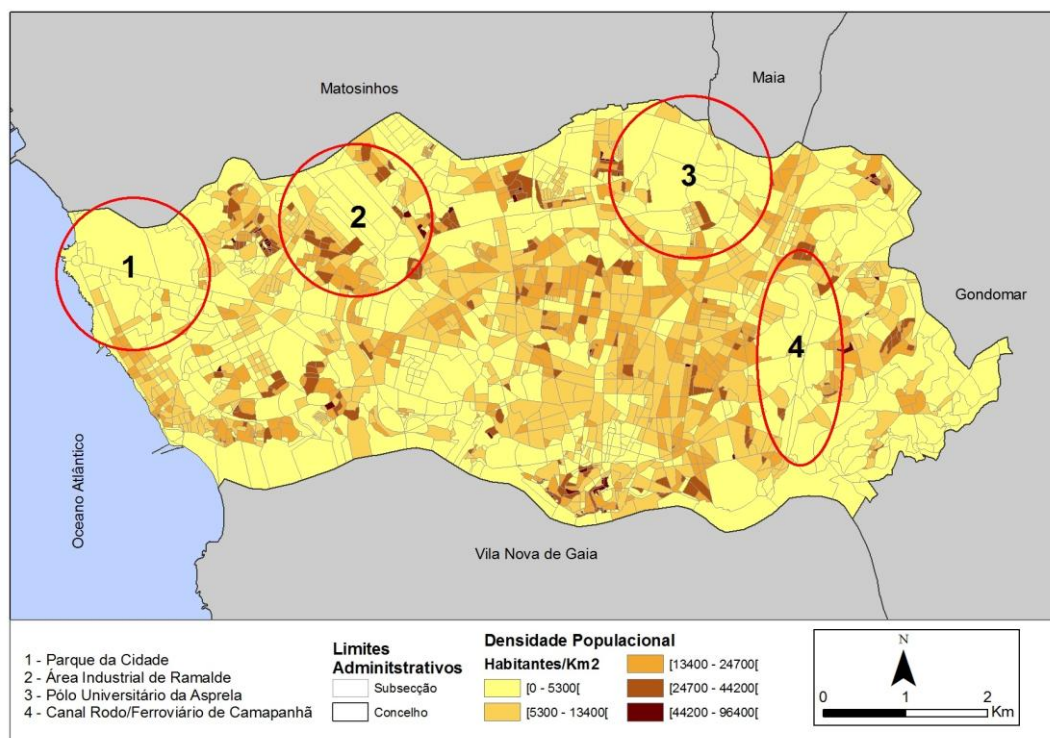
“a variação populacional negativa da cidade do Porto, particularmente no Núcleo Histórico e da Baixa entre 1991 e 2001 (Matos, 2007:41). A autora refere, ainda, que esta é uma tendência já notada desde as últimas décadas, consequência dos “processos de alteração dos usos do solo associado ao fenómeno de terciarização crescente da cidade; ao aumento dos preços do solo e imobiliário do centro da cidade, à degradação do parque habitacional e da qualidade ambiental e à melhoria da acessibilidade intramunicipal” (Matos, 2007:41).

Quanto à distribuição da população pela cidade destaca-se o facto de apenas três freguesias – Campanhã, Paranhos e Ramalde – reunirem em conjunto 48,4% da população residente, enquanto aquelas quatro freguesias somam somente 3,9% do total da população residente.

De acordo com o estudo *Notas sobre a Evolução Demográfica do Concelho do Porto 1991-2005* elaborado pelo Gabinete de Estudos e Planeamento (GEP) da Câmara Municipal do Porto (2007b) uma análise mais detalhada ao nível da secção estatística permite constatar a “grande diferenciação interna do Porto” (CMP/GEP, 2007b:4). De um modo geral, identificam-se dois tipos de áreas com notórias diferenças em termos de densidade populacional, de alojamentos e de edifícios, mormente nas subsecções limítrofes do concelho onde as densidades são menores, como é o caso das subsecções

onde se situam importantes equipamentos de utilização pública (Parque da Cidade em Nevogilde, Pólo Universitário da Asprela em Paranhos ou a Área Industrial do Porto em Ramalde) ou relevantes infraestruturas como o canal rodo e ferroviário de Campanhã; e a área do núcleo antigo do Porto, na qual se registam os maiores valores de densidade populacional em virtude do escasso efetivo populacional residente e da reduzida dimensão das secções aí existentes (Figura 8).

Figura 8 - Densidade populacional por subsecção estatística



FONTE: INE, 2001

Além da população residente, consideraram-se também 847 geradores de viagem.

Observa-se, através da leitura da figura 9, uma grande concentração nas freguesias centrais da cidade e a sua dispersão e rarefação no sentido das freguesias mais afastadas do centro.

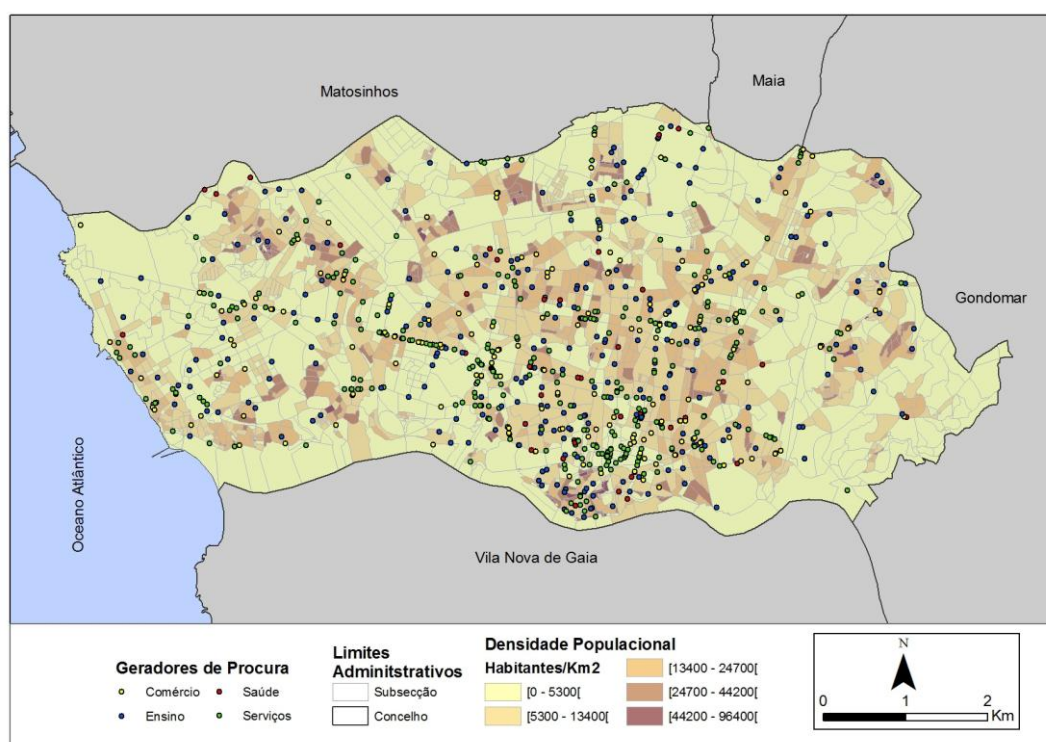
Outros aspetos podem ainda ser observados nesta distribuição:

- O alinhamento de um número significativo de geradores ao longo de diversas vias, nomeadamente na Avenida da Boavista, Rua do Amial, Rua Doutor António Bernardino de Almeida, Rua de Sá da Bandeira, Rua de Júlio Dinis e no

alinhamento da Rua de Santa Catarina, Praça do Marquês de Pombal e Rua de Costa Cabral.

Alguns núcleos de geradores destacados, como na freguesia da Foz na proximidade da frente marítima, na área envolvente do Hospital de São João, na área envolvente da Praça Mouzinho de Albuquerque (Rotunda da Boavista) e cruzamento da Avenida da Boavista com Avenida do Doutor Antunes de Guimarães, Rua de Sagres e Rua de Tânger (Fonte da Moura).

Figura 9 - Mapa de Síntese dos Geradores de Procura



FONTE: INE, 2001

Em termos genéricos, a cidade do Porto apresenta uma certa especialização de algumas áreas em função do tipo de geradores de procura.

Uma leitura atenta da figura 9 permite identificar a referida especialização funcional da cidade. O comércio e os serviços apresentam uma distribuição semelhante, concentrando-se principalmente na Baixa, Cedofeita, Bonfim e Santo Ildefonso.

Os estabelecimentos de ensino distribuem-se principalmente pelas freguesias de Paranhos, Cedofeita, Bonfim e Campanhã, no entanto atendendo à natureza dos diferentes estabelecimentos de ensino identifica-se a especialização da freguesia de Paranhos no ensino superior mercê do elevado número de tipo de estabelecimento,

enquanto Campanhã e Ramalde registam o maior número de escolas do ensino pré-primário e do básico e Cedofeita do ensino particular e cooperativo.

Quanto aos geradores de procura relacionados com a saúde, a sua distribuição concentra-se principalmente na freguesia de Cedofeita, no entanto deve referir-se que a distribuição dos centros de saúde sugere ser reflexo da distribuição da população, atendendo ao facto de serem as unidades de apoio médico de proximidade ao cidadão, enquanto a localização dos hospitais parece estar associada à localização de algumas ordens religiosas que promoveram a abertura dos hospitais, assim como à proximidade de importantes eixos rodoviários de ligação à região envolvente.

Em termos de freguesias são Cedofeita, Santo Ildefonso, Bonfim e Paranhos aqueles e a Baixa as áreas onde se regista maior concentração de geradores de procura.

3.2. Condições de Mobilidade

De acordo com o Inquérito à Mobilidade da População Residente 2000, os residentes no Grande Porto realizam aproximadamente 2,5 viagens / dia útil com origem na região e 2,1 viagens com origem e destino no concelho de residência. No Grande Porto a representatividade da população móvel é elevada, cerca de 76% da população residente, assim como elevada é a dependência da população móvel face a práticas de mobilidade motorizada, expressa pela relação entre a população móvel motorizada e a população móvel que no Grande Porto atinge 81%.

Quanto à importância das deslocações em automóvel, no Grande Porto realizam-se cerca de 3,3 viagens / população móvel / dia, aproximadamente 4,7 viagens externas / viagens com origem na região e 0,12 viagens / pessoa / dia, considerando como viagens externas as viagens com origem na região e destino no seu exterior.

Quanto aos motivos que nortearam as viagens, o inquérito refere que o trabalho, a escola e o lazer são as motivações mais relevantes.

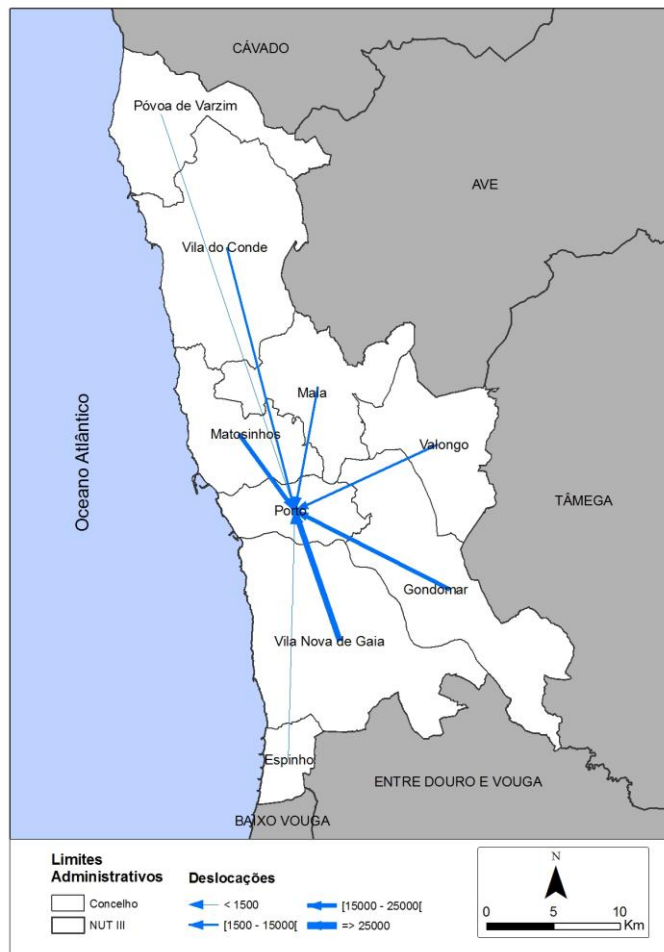
Os movimentos pendulares no Grande Porto, tendo como referência o Porto enquanto concelho de origem e destino dessas deslocações, retrata o papel central do Porto nesta região, quer ao nível das deslocações para o trabalho como para a escola. Por exemplo, a figura 10 referente às deslocações com destino no Porto segundo o motivo trabalho, ilustra que grande parte da população ativa empregada no Porto tem origem nos concelhos de Gondomar, Matosinhos e Vila Nova de Gaia, num total

aproximado de 76000 pessoas num universo de pouco mais de 100700 ativos empregados, enquanto no caso oposto saem do Porto com destino preferencial nos concelhos de Maia, Matosinhos e Vila Nova de Gaia um total de quase 24200 pessoas num universo de quase 30000 ativos empregados (Figura 11).

Embora o Porto seja o principal pólo de emprego, não podemos considerá-lo como único na região. O Grande Porto não pode ser entendido como um território unipolar, na medida em que um número significativo de concelhos em torno do Porto têm uma representação bastante expressiva de população ativa, para além de movimentos pendulares com origem noutros concelhos igualmente importantes, nomeadamente Matosinhos e a Maia (Anexo 4). Neste sentido, é possível agrupar os concelhos do Grande Porto em três conjuntos, identificando-os como pólos atrativos de emprego, territórios de residência e territórios periféricos no Grande Porto. Temos, assim, o Porto, Matosinhos e a Maia como áreas atrativas de emprego, sendo o Porto e a Maia casos particulares em que o número de entradas é largamente superior às saídas. Todavia, não devem ser negligenciadas as diferenças no número de pessoas que cada concelho atrai, amplamente favorável ao Porto. Quanto a Matosinhos, verifica-se que este concelho consegue atrair um número considerável de pessoas para nele trabalharem, embora para os seus próprios ativos o Porto seja mais atrativo.

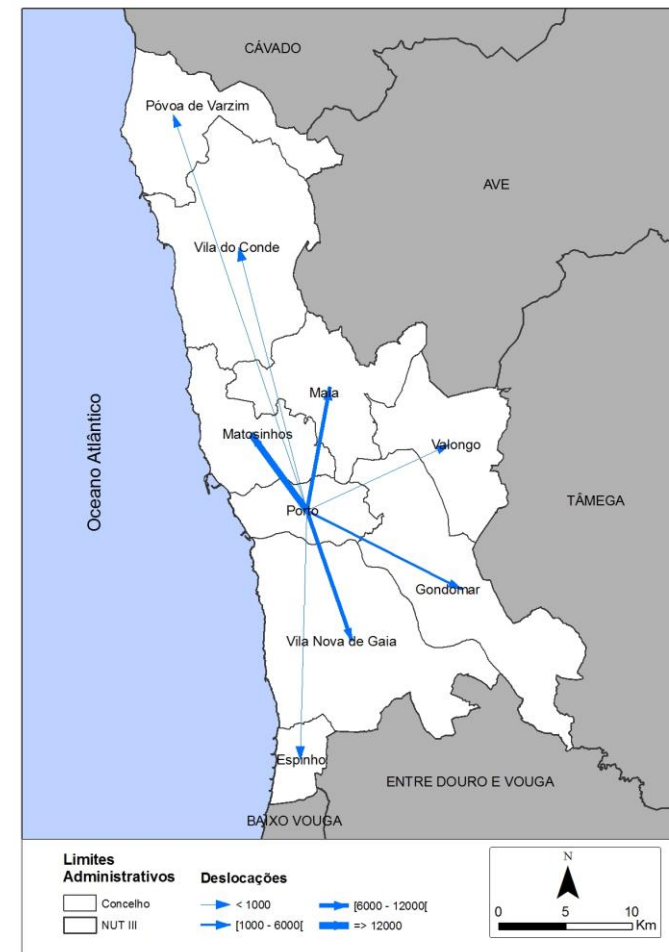
Quanto ao fator *escola* enquanto motivo para as deslocações, regista-se uma acentuada diferença nos fluxos de e para o Porto que tem como justificação principal a forte presença de estabelecimentos do ensino superior neste concelho, atendendo a que as deslocações para os estabelecimentos do ensino básico e secundário devem processar-se maioritariamente a um nível intraconcelhio, não contribuindo por isso para este tipo de deslocação.

Figura 10 - Movimentos pendulares com destino ao Porto segundo o motivo trabalho



FONTE: INE, 2002

Figura 11 - Movimentos pendulares com origem no Porto segundo o motivo trabalho

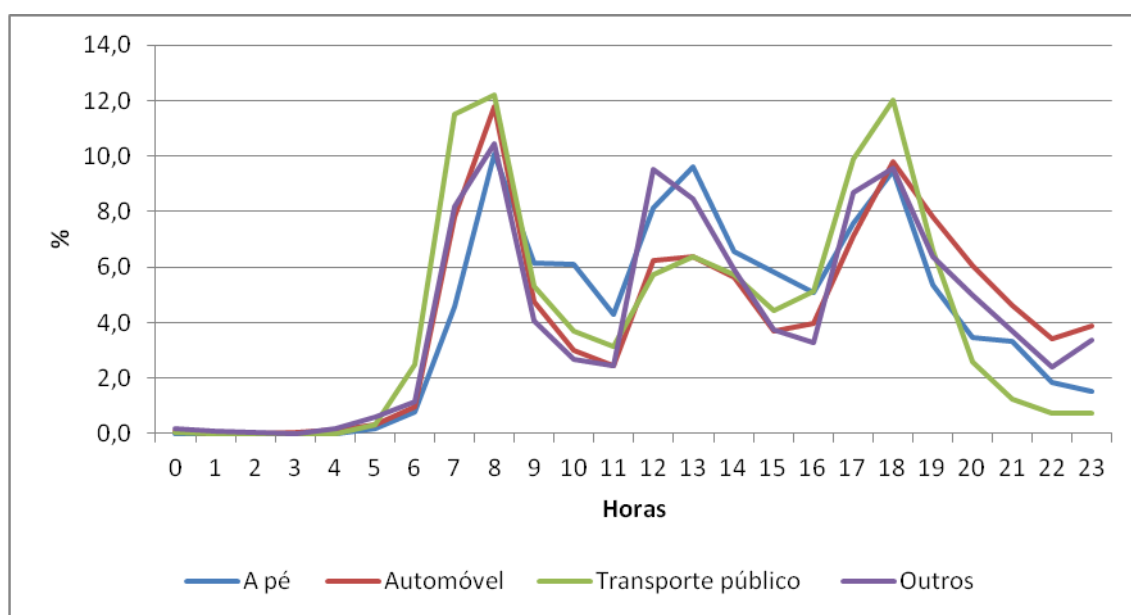


FONTE: INE, 2002

A figura 12, relativa à distribuição horária das deslocações por modo de transporte no Grande Porto, demonstra que o automóvel, o transporte público e a deslocação a pé são os modos de transporte mais utilizados, embora de forma diferenciada ao longo do dia.

A distribuição horária das deslocações revela três períodos de maior intensidade de deslocações - 6h-8h, 12h-14h e 16h-18h – associadas, principalmente, à deslocação em transporte público e em automóvel nos períodos 6h-8h e 16h-18h, isto é, nas horas de ponta da manhã e da tarde, coincidentes com a entrada e saída do trabalho e da escola. O período intermédio das 12h-14h é marcado por um maior número de deslocações a pé e em outros modos, embora à custa da utilização bastante mais reduzida do automóvel e do transporte público.

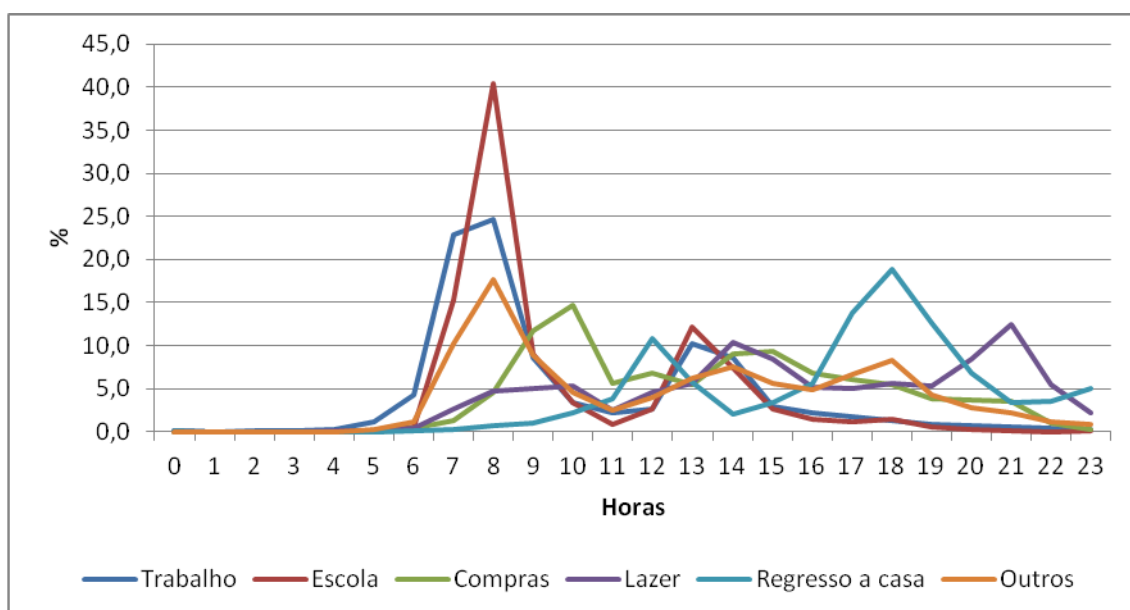
Figura 12 - Distribuição horária das deslocações por modo de transporte



FONTE: INE, 2002

Contrariamente à distribuição horária das deslocações por modo, a distribuição segundo o motivo (Figura 13) apresenta diversos períodos de particular destaque ao longo do dia, o primeiro dos quais entre as 6h e as 8h associado ao motivo escola, isto é, associado ao início das aulas no período da manhã e, em menor dimensão, ao motivo trabalho.

Figura 13 - Distribuição horária das deslocações por motivo



FONTE: INE, 2002

Ao período que decorre entre as 9h e as 10h corresponde um menor número de deslocações, motivadas pelo fator compras e eventualmente relacionado com os horários de abertura do comércio ao público, ao qual sucedem dois períodos novamente associados do motivo escola. Primeiramente entre as 11h e as 12h, relativo ao regresso a casa e relacionado com os horários de saída das escolas no período da manhã, e em segundo lugar o início das aulas no período da tarde com momento máximo de deslocações entre as 12h e as 13h.

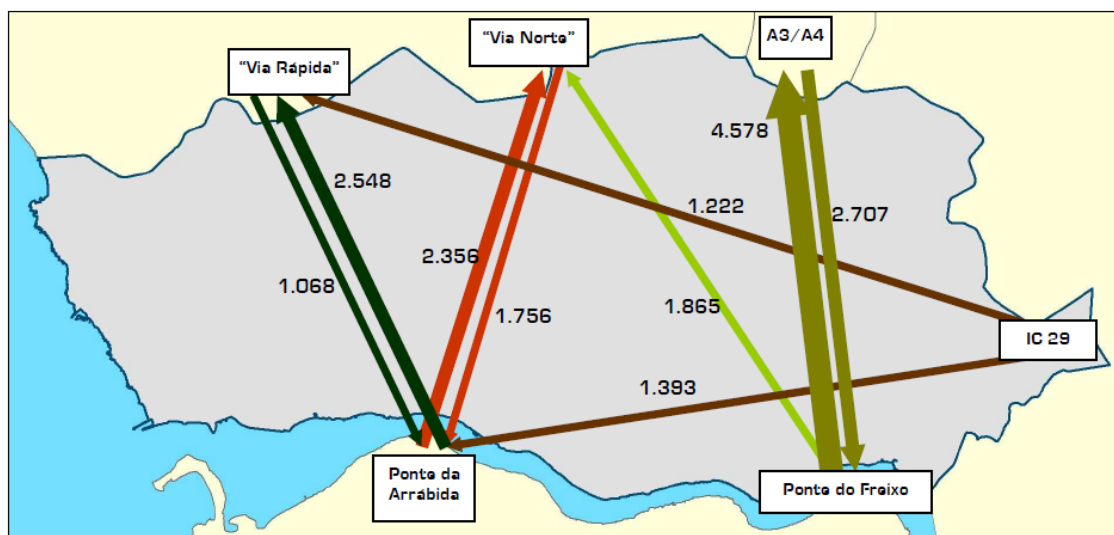
Após as 13h até às 16h não se destaca qualquer período de particular intensidade no número de deslocações, apenas entre as 16h e as 18h se destaca um aumento significativo das deslocações motivadas pelo regresso casa, coincidente com o fim do expediente, bem como entre as 19h e as 22h associadas ao motivo lazer.

Podemos, assim, dizer que, se na ótica dos modos de transporte de utilização mais frequente, o automóvel e o transporte público, e em menor dimensão a deslocação a pé, se destacam, na ótica dos motivos que promovem as deslocações sobressaem a ida para a escola e para o trabalho e as atividades de lazer. No entanto, nota-se, também, que no período da manhã concentra-se um número de deslocações de tal ordem elevada que nenhum outro momento ao longo do dia se equipara e uma dispersão das deslocações ao longo da tarde somente interrompida a partir das 16h com o regresso a casa.

De acordo com o documento *Mobilidade na Cidade do Porto: Análise das deslocações em transporte individual* realizado Câmara Municipal do Porto (2007a) “o Porto constitui um pólo de atração significativo de deslocações realizadas em automóvel no período de ponta da manhã” (CMP/GEP, 2007a:5), pois do total de deslocações estimadas para este período nos dias úteis 32,7% corresponde a deslocações com destino ao Porto e origem noutros concelhos, enquanto as saídas correspondem apenas a 9,7%.

Das deslocações efetuadas no Porto entre as 7h30 e as 9h30 destacam-se o desequilíbrio entre entradas e saídas da cidade que indica o efeito polarizador do Porto relativamente aos concelhos limítrofes. Por outro lado, o número de deslocações de atravessamento da cidade é semelhante às deslocações internas, situação patente no caso das deslocações entre o Porto e os concelhos vizinhos através das principais ligações, nomeadamente a A28 (Via Rápida), EN13 (Via Norte) e A3/A4 a norte e pontes da Arrábida e do Freixo a sul (Figura 14). Neste âmbito, a Via de Cintura Interna assume um papel bastante importante pois cerca de 90% das deslocações de atravessamento da cidade efetuam-se através desta via, demonstrando assim, a sua função distributiva.

Figura 14 - Principais movimentos de atravessamento da cidade, entre as 7h30 e as 9h30



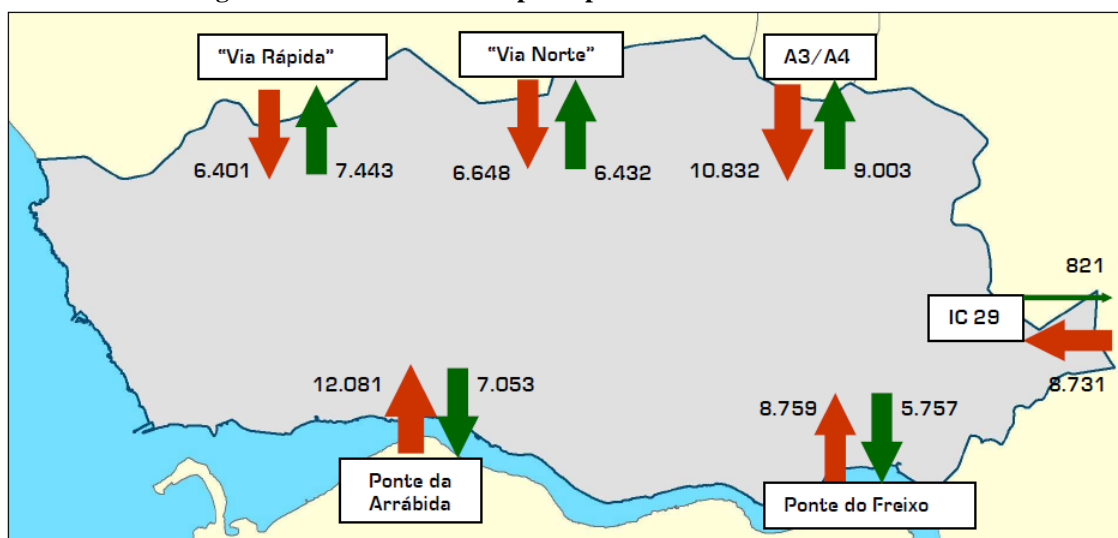
FONTE: CMP/GEP, 2007a

Quanto ao número de deslocações nas entradas/saídas da cidade (Figura 15) há a destacar que a Norte o número de entradas é ligeiramente superior às saídas, apesar de no caso da A28 se registar a situação contrária.

A ligação a Gondomar através do IC29 é, entre todas as ligações representadas pela figura 15, a mais desequilibrada traduzindo uma relação 10 movimentos de entrada no Porto por saída.

Em relação às deslocações registadas nas ligações a Sul também se destacam as entradas no Porto, assim como a grande disparidade entre as entradas e as saídas totais, isto é, entre o somatório das entradas e das saídas através das pontes da Arrábida e do Freixo.

Figura 15 - Movimentos nas principais entradas e saídas da cidade

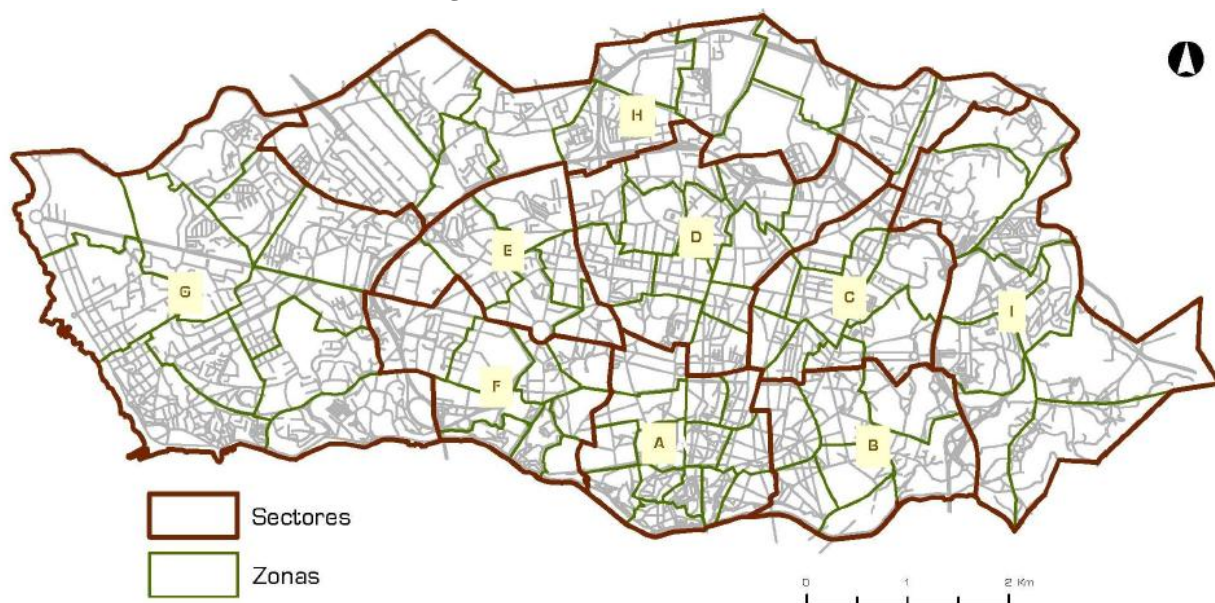


FONTE: CMP/GEP 2007a

O estudo da Câmara Municipal do Porto (2007a) afirma que “elevada atratividade do Porto neste período do dia [7h30 – 9h30] é visível em quase todas as zonas da cidade”¹² (CMP/GEP, 2007a:10) (Figura 16). O setor A surge como o maior pólo de atração de deslocações, pois é o destino de aproximadamente 14000 deslocações, reflexo da especialização desta área – Baixa e Centro Histórico – em atividade de comércio e serviços. Nos setores B e F também se registam mais entradas do que saídas, na medida da existência do pólo universitário do Campo Alegre e da área da Rotunda da Boavista no caso do setor B e da fraca função residencial no setor F que coincide com a área de edificação mais antiga das freguesias de Bonfim e Campanhã.

¹² Este estudo delimitou 87 zonas interiores à cidade e 22 zonas exteriores, agregando-as em nove setores.

Figura 16 - Zonamento da cidade



FONTE: CMP/GEP, 2007a

Na situação oposta colocam-se os setores I, G e H que devido ao peso da sua função residencial registam mais deslocações de saída do que de entrada. Numa situação intermédia estão os restantes setores que apresentam um conjunto de atividades económicas significativo e uma função residencial igualmente expressiva, pelo que o número deslocações de entrada e saída tende a ser equilibrado.

Outro indicador que aquele estudo apresenta é a densidade de fluxos por setor, segundo o qual o setor A é o aquele que gere maiores fluxos em virtude da densidade populacional elevada e do facto de atuar como polarizador de funções não-residenciais. Este indicador tende a diminuir partir do setor A, surgindo os setores B a F numa situação intermédia, caracterizada por densidades populacionais elevadas e um diversificado conjunto de funções. Os setores G a I são os que registam as menores densidades de fluxos, sendo a sua atratividade reduzida.

Genericamente identificam-se duas grandes áreas entre os nove setores:

- Uma área central onde se registam cerca de 57000 veículos no período entre 7h30 e as 9h30 e uma média de 174 veículos/km;
- Uma área exterior com cerca de 23000 veículos e uma média de 67 veículos/km.

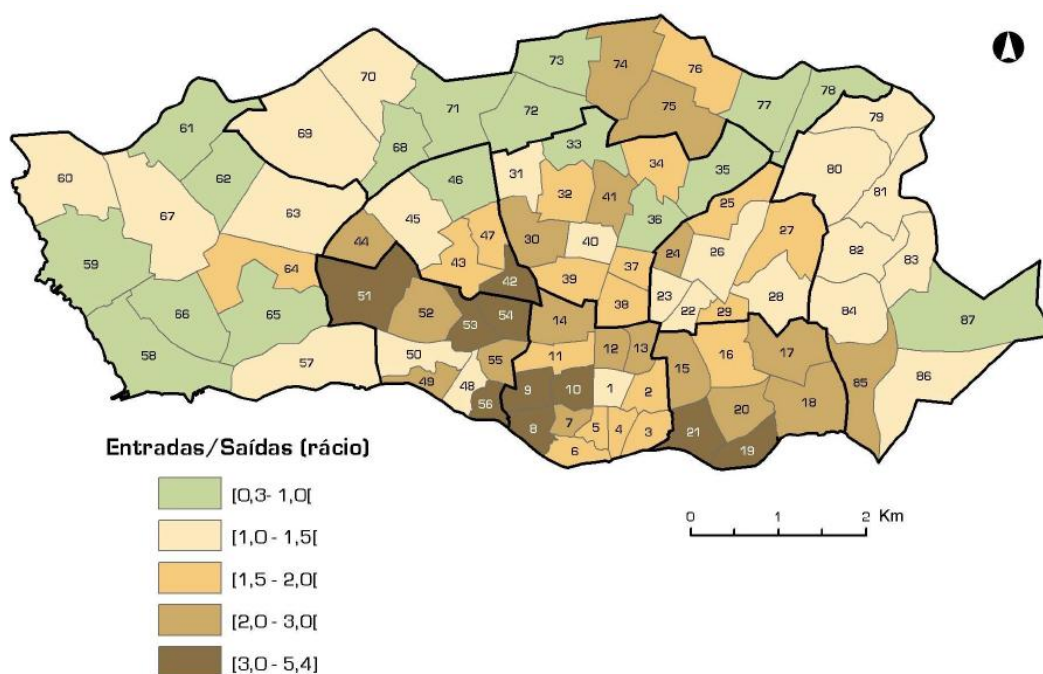
Estes valores atestam a pressão automóvel nas áreas interiores da cidade, genericamente identificadas com a área interior à VCI, e que estimula a diminuição da velocidade média de circulação.

Ao nível das 87 zonas interiores consideradas, o estudo permite uma análise mais detalhada dos dados obtidos a partir dos inquéritos realizados para a sua elaboração.

De acordo a figura 17, a relação entre o número de deslocações entrada e saída tende a ser mais favorável aos de entrada nas zonas interiores da cidade – setores A a F – destacando-se, por exemplo, as zonas 42 a 44 e 51 a 54 do setor H na envolvente da rotunda e Avenida da Boavista.

Nos setores exteriores o rácio entre entradas e saídas tende a ser menor, ou seja, tendem a ser setores mais heterogéneos do que os setores interiores. A este propósito destacam-se, também no setor H, as zonas 69 e 70 e 74 a 76, correspondendo às primeiras a área empresarial de Ramalde dotada de uma elevada concentração de atividades económicas e à segunda o pólo universitário da Asprela marcado por uma especialização funcional no domínio da educação e da saúde.

Figura 17 - Relação entre as entradas e saídas entre as 7h30 e as 9h30, por zona



FONTE: CMP/GEP, 2007a

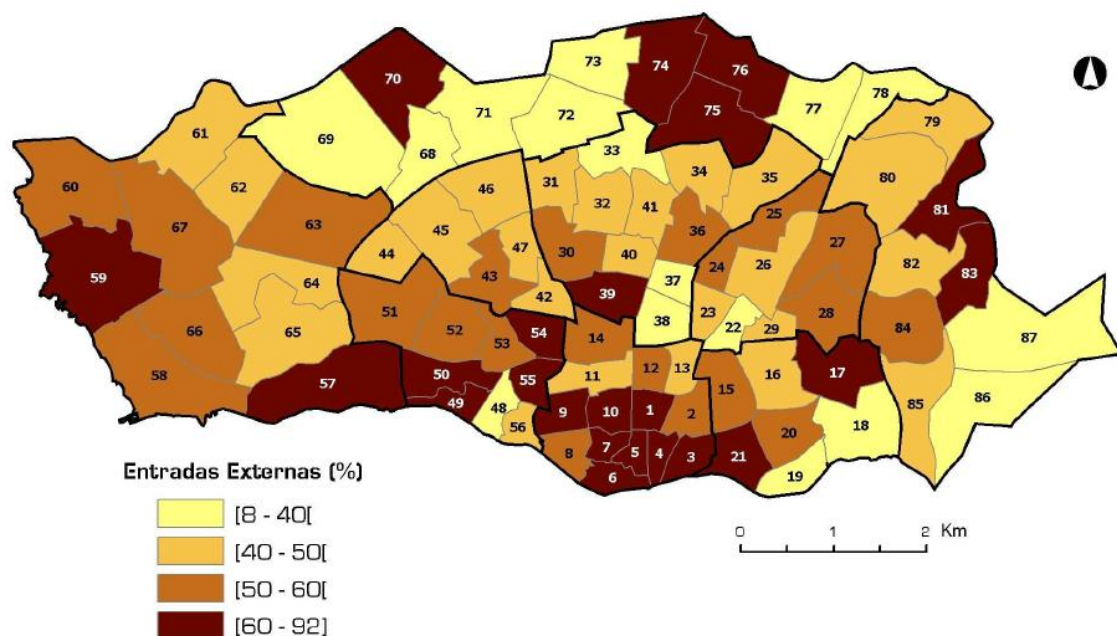
Outro exemplo de heterogeneidade interna é o setor G, no qual se identificam dois conjuntos de zonas distintos, as zonas 63, 64 e 67 associadas a rácios favoráveis às deslocações de entrada e à existência de um importante conjunto de atividades económicas na área da Fonte da Moura e as restantes zonas associadas a um perfil residencial mais preponderante.

Também numa perspetiva qualitativa se registam diferenças no interior da cidade do Porto. A figura 18 permite constatar que o peso das deslocações com origem fora da cidade é muito variável, destacando-se as zonas da Baixa e da Boavista pela sua elevada atratividade motivada pela grande concentração de emprego.

A este nível também as zonas 74 a 76 se apresentam bastante atrativas em função do elevado numero de deslocações provenientes de fora do Porto promovidas pelo vasto conjunto de equipamentos de educação que constitui o pólo universitário da Asprela

Na situação contrária, relativa às deslocações de saída com destino no Porto, o facto mais relevante a assinalar é a posição de destaque que as zonas do lado ocidental da cidade assumem relativamente ao lado oriental.

Figura 18 - Proporção dos movimentos com origem fora do concelho relativamente ao total de “entradas” em cada zona



FONTE: CMP/GEP, 2007a

De uma forma geral, pode dizer-se que o Grande Porto e o Porto em particular são territórios de elevada expressão das deslocações em transporte individual. Tais deslocações têm uma forte expressão no período de ponta da manhã, sendo o destino da sua maioria as áreas mais centrais da cidade, isto é, as áreas interiores à Via de Cintura Interna. Tal situação é fator decisivo no agravamento da circulação automóvel na cidade e potenciador de fortes pressões ao nível do estacionamento, por exemplo.

Conclui-se também que o Porto é um território de ligação entre os concelhos circundante, tal é o número de deslocações de atravessamento da cidade principalmente através da VCI.

A um nível mais detalhado observa-se que internamente o Porto é bastante heterogéneo no que respeito às áreas de destino das deslocações provenientes do exterior, evidenciando-se a Baixa, as áreas envolventes da rotunda e Avenida da Boavista e o pólo universitário da Asprela. Para isto muito contribui o elevado grau de concentração de emprego e atividades económicas, assim como a existência de um conjunto de equipamentos de nível superior.

Capítulo 4

Orientar o trânsito do Porto a partir das dinâmicas urbanas: um ensaio metodológico

4 . 1 . Notas metodológicas

4 . 2 . Criação de cenários

4. Orientar o trânsito do Porto a partir das dinâmicas urbanas: um ensaio metodológico

4.1. Notas Metodológicas

Este capítulo, tal como referido na estrutura da dissertação, corresponde à aplicação prática do conceito de TOD, realizando-se para tal algumas simulações em ambiente SIG que servirão de suporte à criação de cenários e à discussão dos resultados.

Este exercício enquadra-se no âmbito de um ensaio metodológico elaborado em três níveis, correspondentes a duas escalas de trabalho e a diferentes combinações de variáveis, de acordo com uma lógica de *mix uses*, isto é, de integração dos elementos-chaves do TOD: elevadas densidades, diversidade de usos do solo e proximidade a estruturas de transporte público. Neste sentido, pretende-se determinar as áreas com as condições ideais para serem consideradas TOD, quer ao nível do Grande Porto quer à escala da cidade do Porto.

Ao nível do Grande Porto apenas consideramos os concelhos do Porto e seus limítrofes, excluindo, assim, os concelhos mais periféricos da Área Metropolitana do Porto (AMP) – Póvoa de Varzim, Vila do Conde e Espinho –, pelo facto de serem os concelhos com maiores dinâmicas de relação com o Porto.

A este nível efetuaram-se simulações com a integração de duas variáveis, no primeiro nível recorrendo apenas à densidade populacional e numa segunda fase combinando a densidade populacional com as áreas de serviço das estruturas de transportes.

Relativamente ao primeiro nível, a simulação produzida e o cenário obtido têm apenas em consideração a densidade populacional igual ou superior a um determinado valor, enquanto no segundo nível as simulações são realizadas a partir da soma das variáveis de acordo com determinadas condições. A este nível realizaram-se seis simulações correspondentes ao mesmo número de cenários (Figura 19).

O terceiro nível de corresponde à integração de três variáveis – densidade populacional, áreas de serviço das estruturas de transporte e densidade de geradores de viagem, pelo que as simulações produzidas correspondem à soma destas variáveis de acordo com determinadas condições estabelecidas. Também a este nível foram realizadas seis simulações e obtiveram-se seis cenários (Figura 20).

Figura 19 - Combinações de variáveis para simulações TOD para o Grande Porto

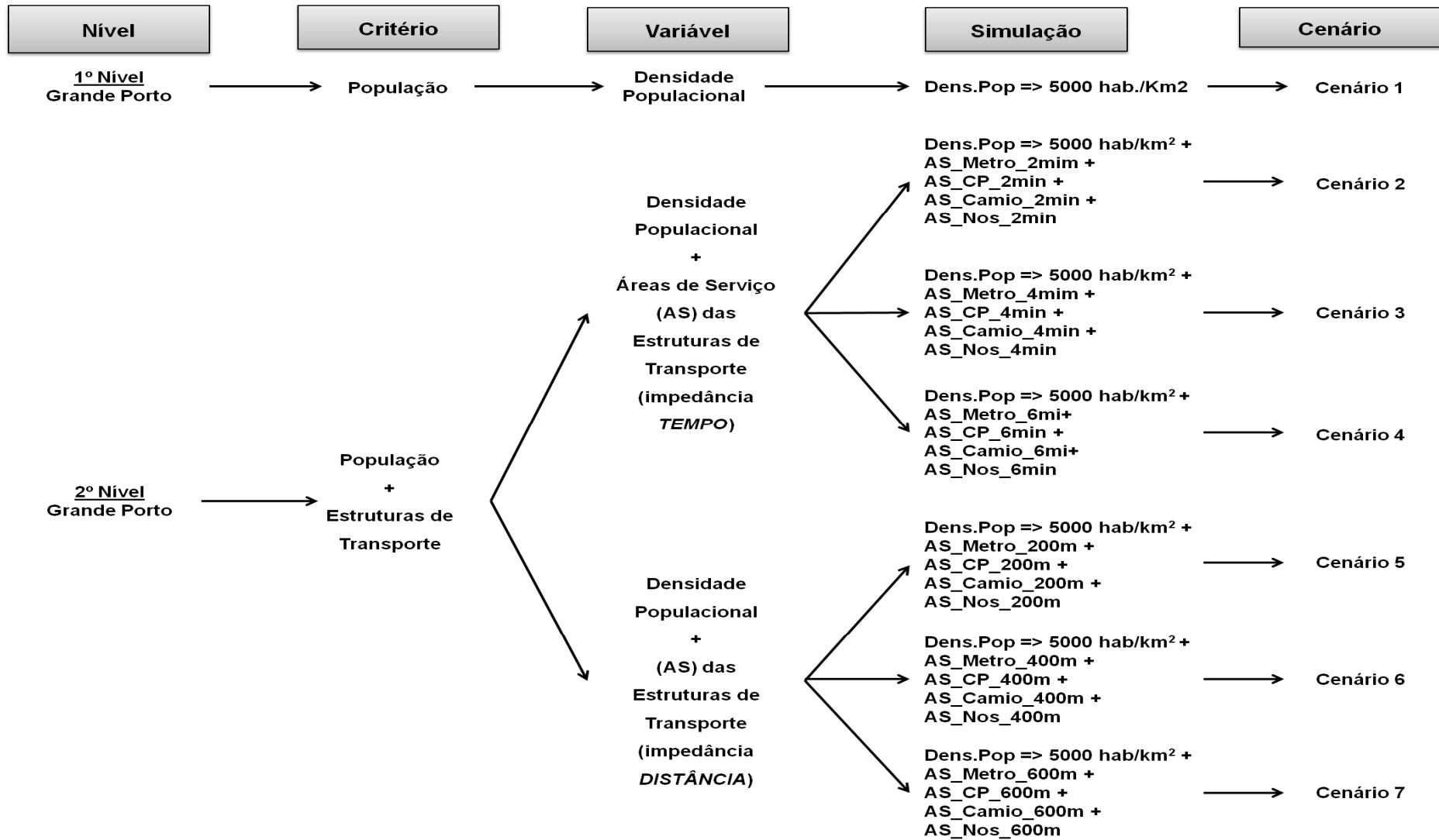
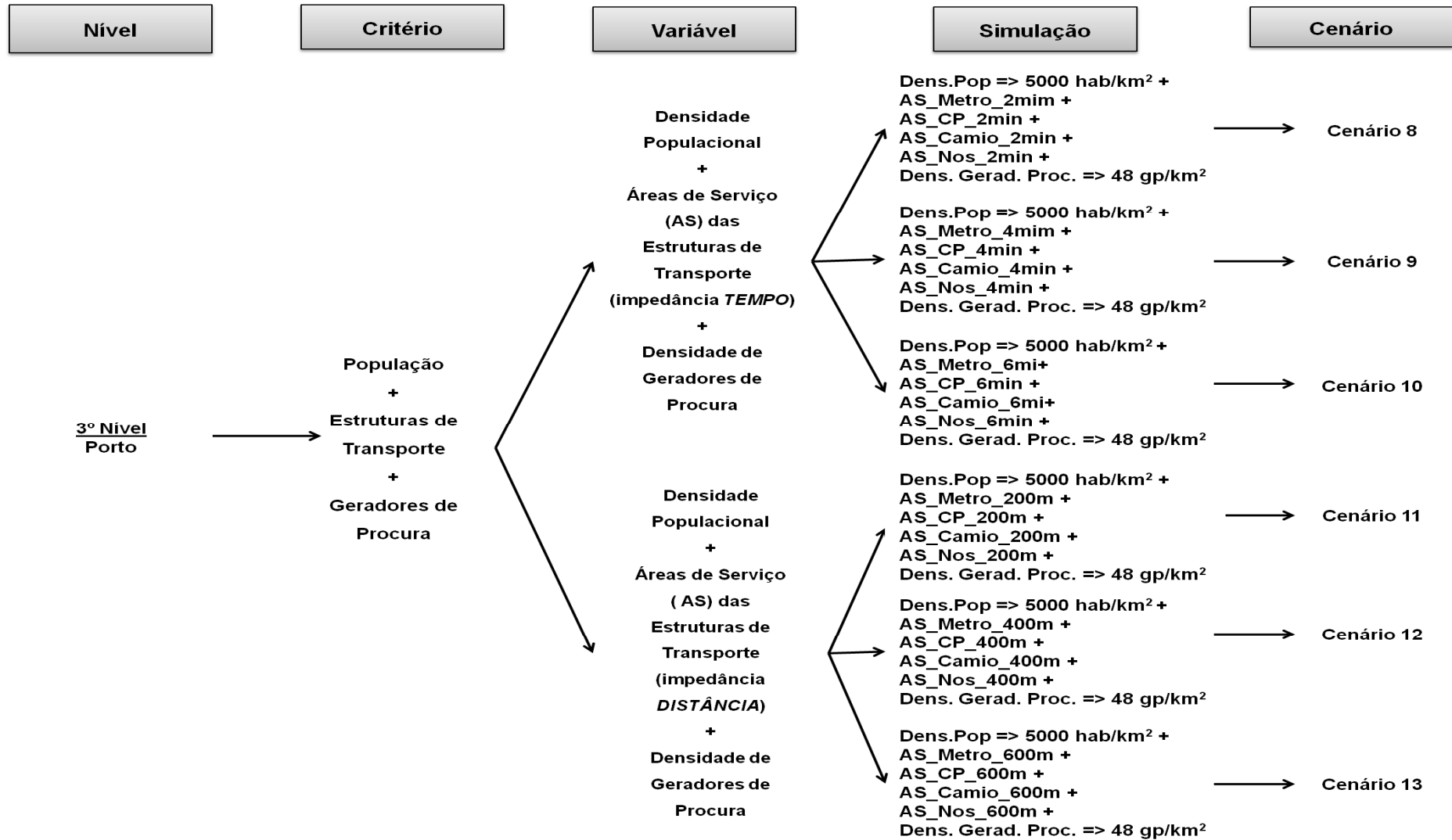


Figura 20 - Combinações de variáveis para simulações TOD para o Porto



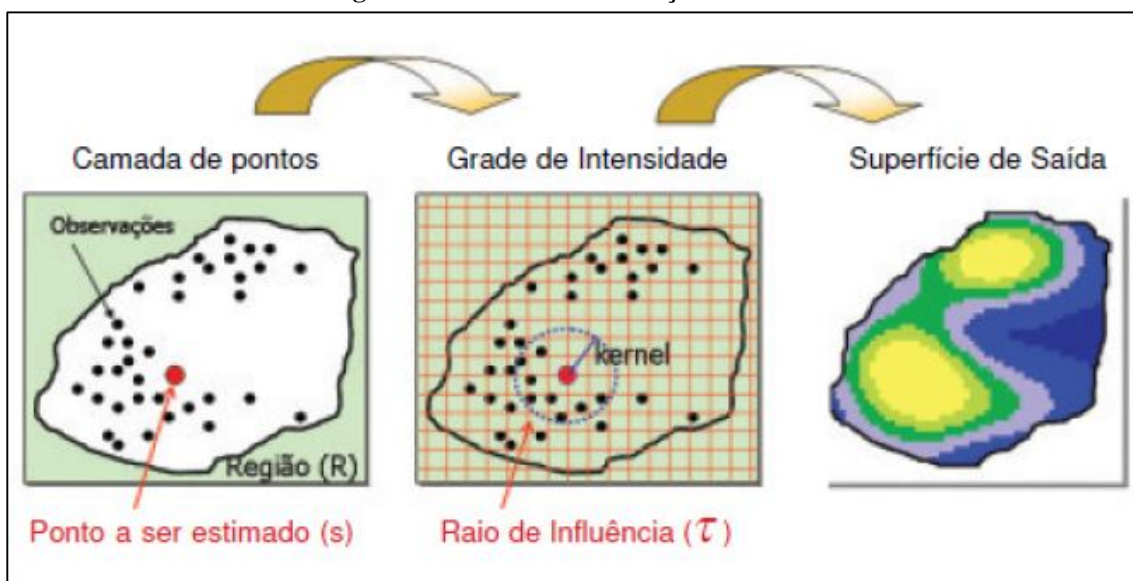
Uma variável comum aos três níveis de simulação é a densidade populacional, no entanto tendo em conta a informação disponível o elemento “densidade” poderia ter sido igualmente abordado com recurso à variável densidade de alojamentos, pois o fator “habitação” pode igualmente ser decisivo na estruturação do TOD. A este propósito basta lembrar o este conceito defendido por Calthorpe, segundo o qual as elevadas densidades residenciais são elemento fundamental, ou ainda o que refere o projeto TRANSPLUS ao indicar que o desenvolvimento orientado para os transportes públicos deve incluir mecanismos capazes de elevar a densidade residencial. Porém, uma vez que os padrões de distribuição da densidade populacional e da densidade de alojamentos apresentados anteriormente se assemelham, consideramos a possibilidade de existir uma relação na distribuição dos dois indicadores, pelo que entendemos ponderar apenas a densidade populacional já que a introdução da densidade de alojamentos nestas simulações não representaria, de facto, uma mais-valia.

Para a realização do exercício pretendido, não se considera a representação da densidade populacional por subsecção estatística a mais indicada, em virtude da grande amplitude na dimensão das subsecções. Refira-se que a subsecção de menor dimensão tem 0,000125 Km² de área, enquanto a maior tem 5,867548 Km², pelo que tal disparidade de dimensões poderá influenciar a qualidade da representação pretendida. Com efeito, optamos por representar a densidade populacional através do interpolador de densidade Kernel.

Segundo Silverman (1986) e Pfeiffer (1996) *cit.* Palma (2010:57) “a estimativa da densidade de Kernel é uma técnica de interpolação e de análise de padrões espaciais de pontos que permite identificar, a partir de um conjunto de pontos conhecidos, a intensidade com que uma determinada variável se manifesta no espaço”.

Tendo como *input* eventos pontuais, o estimador de Kernel gera uma superfície suavizada pelo cálculo da densidade para cada área, através da interpolação das suas características e variabilidade. De acordo com Rodrigues et al (2010:3) “uma análise de densidade por *Kernel* leva em conta quantidades conhecidas de uma dada variável e calcula a densidade de ocorrência ao longo do território com base na quantidade medida em cada local e com base um determinado parâmetro de distância. Ou seja, a densidade obtida por *Kernel* calcula a densidade das entidades na vizinhança dessas entidades” (Rodrigues *et al*, 2010: 3), tal como ilustra a figura 21.

Figura 21 - Técnica de estimação de Kernel



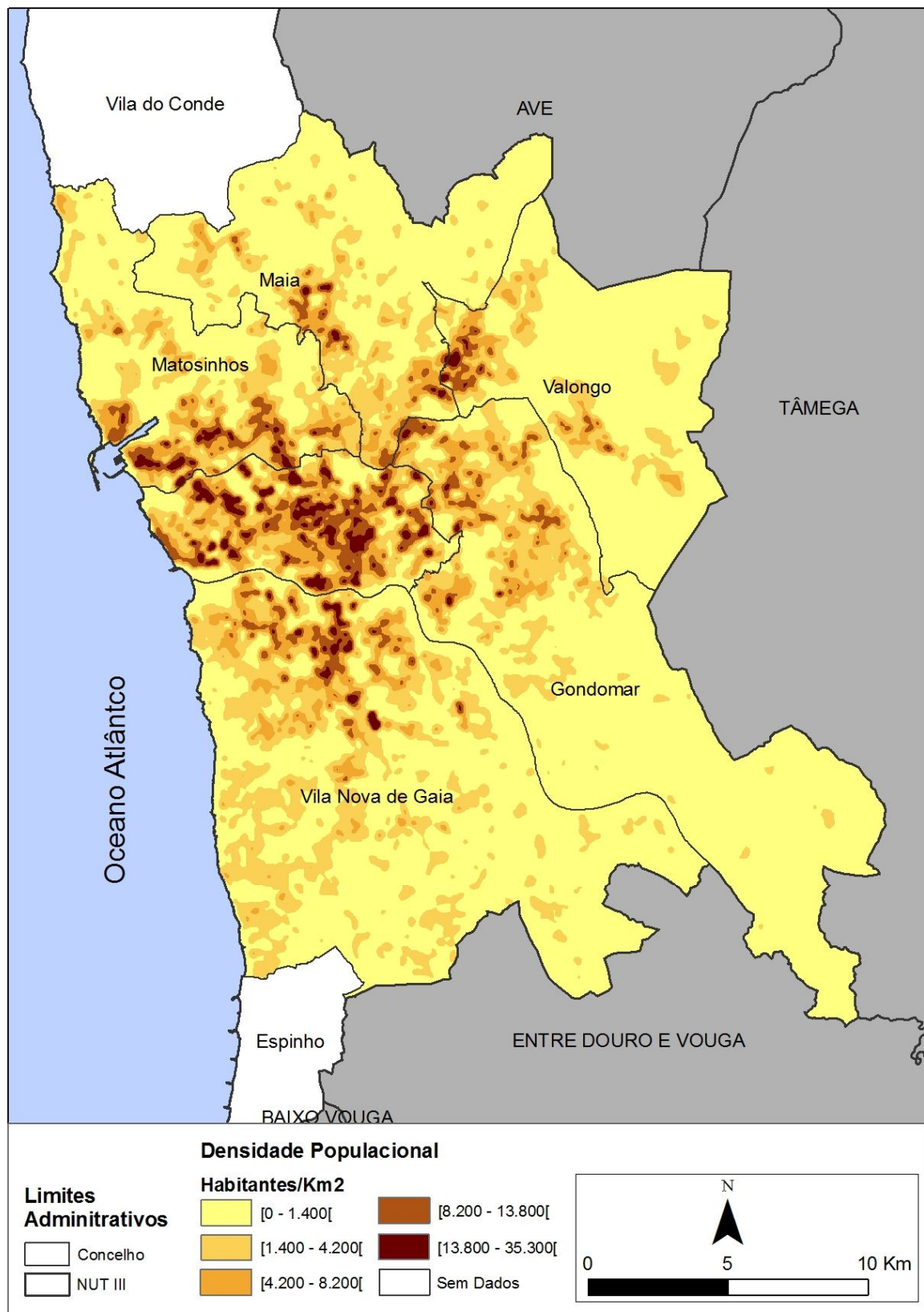
FONTE: Lana (2009)

Atendendo a que se pretende determinar as áreas com as condições ideais para uma localização TOD, esta representação da densidade populacional (Figura 22) não se mostra satisfatória para os objetivos propostos, na medida da grande amplitude de densidades e da distinção de demasiados núcleos de elevada densidade populacional, facto que por si só atesta a insuficiência desta variável na determinação das localizações TOD.

A leitura da figura 26 permite identificar diversos núcleos de elevada densidade populacional que poderão funcionar como âncoras na definição de TOD. No entanto, torna-se necessária a seleção das densidades mais pertinentes, isto é, densidades às quais se associam outros elementos territoriais que conferem condições razoáveis ao estabelecimento de um TOD com o intuito de aprimorar a simulação.

Consideradas como um dos elementos-chave do TOD, nas elevadas densidades poderá residir uma das objeções a este conceito. De facto, como resultado das leituras efetuadas nenhum valor ou limiar surge mencionado como a densidade ideal ou de referência. Neste sentido, há que ter necessariamente em conta as especificidades de cada território, assim como as especificidades da sua população, pelo que não será totalmente correto efetuar uma transposição direta dos limiares das variáveis mencionados na literatura para outros casos de estudo. Por outro lado, a literatura relativa a esta temática tem origem na sua maioria nos Estados Unidos da América,

Figura 22 - Densidade Populacional segundo estimativa de Kernel



FONTE: INE, 2001

Canadá e Austrália, isto é, em países cuja dimensão, organização e dinâmica territorial diferem bastante de Portugal, pelo que qualquer tentativa de aplicação do conceito TOD deverá salvaguardar as devidas diferenças entre as áreas de estudo.

De facto, a literatura menciona somente as elevadas densidades como elemento fundamental do TOD, pelo que se entendeu considerar a densidade populacional igual ou superior a 5000 Hab./Km², sendo este um valor aproximado por excesso à soma entre a média e o desvio padrão da densidade populacional. A média da densidade populacional é de 1880,5 hab./ Km² e o desvio padrão de 3059,7 Hab./Km².

De acordo com os princípios do TOD, as estruturas de transportes públicos são elementos fundamentais na sua determinação, no entanto para a realização deste exercício de simulação não foi possível aceder à totalidade da rede de transportes públicos do Grande Porto, nem tão-pouco da cidade do Porto. Por exemplo, um elemento fundamental para uma melhor qualidade dos resultados seria o recurso aos locais de entrada e saída de passageiros (paragens) da rede de autocarros da Sociedade de Transportes Coletivos do Porto¹³.

A este propósito para os segundo e terceiro níveis de simulação decidiu-se considerar os nós da rede viária com condições ideais para serem considerados nós de grande acessibilidade. Neste sentido, foram selecionados os nós rede viária do Grande Porto que intersejam com cinco ou mais arcos da rede, bem como todas as rotundas nela existentes pelo facto de funcionarem como nós da rede que, por princípio, traduzem pontos de maior acessibilidade.

Perante as limitações no acesso à informação e as opções tomadas, é mais correto referir que as simulações foram efetuadas tendo em conta as estruturas de transporte, contrariamente às estruturas de transporte público como referem os princípios do TOD.

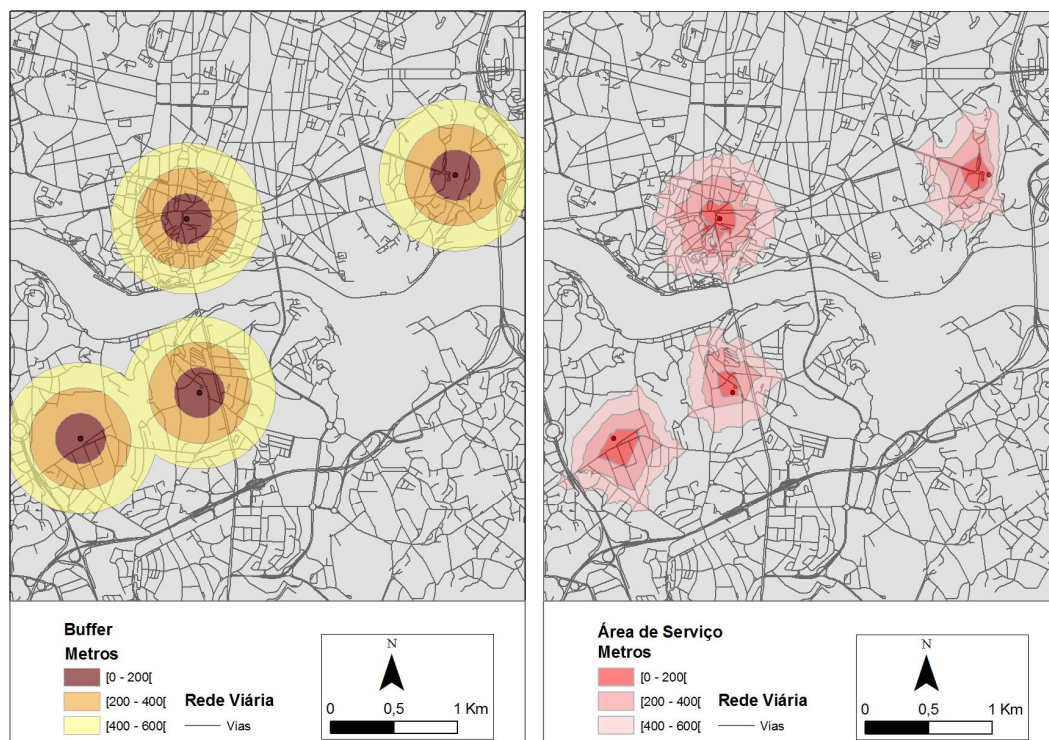
A partir das estruturas de transportes públicos e dos nós de grande acessibilidade da rede viária, optamos por determinar as suas áreas de serviço em função da rede viária, segundo uma determinada impedância – tempo e distância - ou seja, segundo uma determinada medida do custo associado à deslocação num caminho da rede, sendo

¹³ Apenas tivemos acesso à localização das estações e paragens da rede do metropolitano do Porto, bem como das estações e apeadeiros da rede de caminhos de ferro e das garagens e locais de paragem dos operadores de transporte público coletivo (camionagem).

que impedâncias mais elevadas significam maior resistência aos movimentos na rede (<http://support.esri.com/>).

Este procedimento inicialmente recaiu sobre a aplicação de *buffers* a partir das referidas estruturas de transporte, no entanto a sua aplicação resultaria numa imagem demasiado genérica e desprovida de qualquer semelhança com a realidade, pelo que se optou por recorrer à definição de áreas de serviço de forma a obter maior conformidade com a realidade, tal como se comprova pela figura 23, na qual se comparam os *buffers* e as áreas de serviço de 200 m, 400 m e 600 m em torno de estações de Campanhã e São Bento no Porto e General Torres e Devesas em Vila Nova de Gaia.

Figura 23 - Comparação entre buffers e áreas de serviço



Apesar do conceito TOD ter como objetivo a promoção do transporte público e da deslocação a pé em detrimento do transporte individual, não será de todo correto ignorar a existência e a importância do automóvel como fator determinante nas deslocações dos indivíduos, assim nos ritmos que pautam o seu quotidiano. Neste sentido, não se pretende encarar o automóvel apenas como a fonte dos problemas dos transportes na cidade, mas sim incluí-lo como parte da solução, pelo que a geração das

áreas de serviço, segundo a impedância tempo, tem como referência os limites gerais de velocidade instantânea para automóveis ligeiros de passageiros¹⁴.

Tendo como referência as considerações de Calthorpe sobre as tipologias TOD, a existirem áreas TOD no Grande Porto será possível que se identifiquem tanto TOD urbanos como também TOD suburbanos, no entanto a aplicação das distâncias entre estações referidas por Calthorpe - entre 800 a 1600 metros no caso do TOD urbanos e cerca de 4,8 km¹⁵ ou 10 minutos no caso do TOD suburbano – poderá não ser a mais adequada tendo em conta as disparidades entre os territórios de referência nos estudos de Calthorpe e o Grande Porto.

Neste sentido, efetuamos simulações entre as áreas de serviços das estruturas de transporte, de acordo com as impedâncias tempo e distância, associadas à densidade populacional igual ou superior a 5000 Hab./Km².

Quanto à impedância tempo estabelecemos intervalos de tempo de dois minutos até uma impedância máxima de seis minutos, pelo que consideramos as impedâncias de 2, 4 e 6 minutos. Relativamente à impedância distancia, procedemos de forma análoga para intervalos de 200 metros até ao máximo de 600 metros, de tal forma que consideramos as impedâncias de 200, 400 e 600 metros (Figura 24).

A Figura 24 refere-se apenas às áreas de serviço para as estações e apeadeiros da rede de caminhos de ferro, todavia como a este nível se contemplam as estruturas de transporte o mesmo procedimento foi efetuado para cada uma das estruturas de transporte consideradas: metropolitano, caminhos de ferro, camionagem e nós de grande acessibilidade. Tal como se verifica na figura, a geração de áreas de serviço segundo impedâncias distintas resulta em polígonos bastante diferentes, ou seja, em áreas de atuação díspares.

A identificação das áreas TOD neste nível foi obtida através de cálculo matricial para cada uma das impedâncias descritas, correspondendo à soma dos elementos *raster* relativos à densidade populacional e das áreas de serviço das estruturas de transporte na ferramenta *Raster Calculator* da extensão *Spatial Analyst* do ArcGIS.

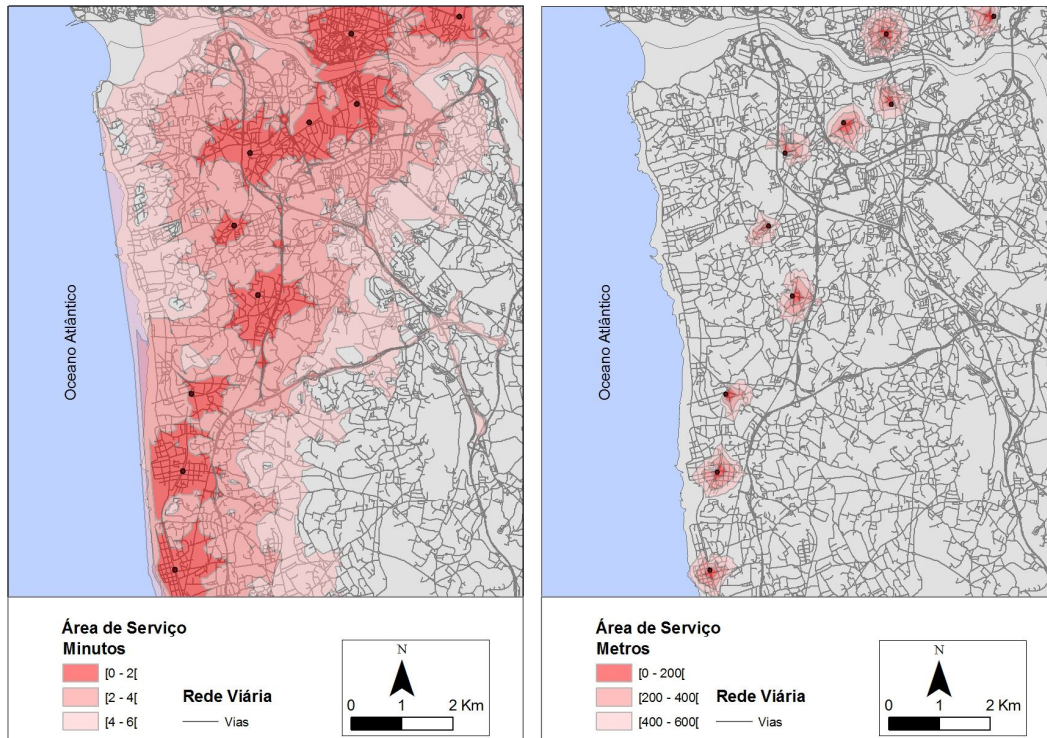
¹⁴ Estabelecidos pelo Artigo 27º do Decreto-Lei nº44/2005 de 23 de fevereiro.

¹⁵ Calthorpe refere que o TOD suburbano se situa até cerca de 3 milhas ou 10 minutos de uma linha principal da rede de transportes. Equivalendo um milha terrestre a 1,6093 km, o TOD suburbano deverá distar cerca de 4,8 km de uma linha principal.

O cálculo matricial foi, então, efetuado de acordo com a expressão, significando “AS” áreas de serviço:

$$Dens. Pop. + AS_Metropolitano + AS_caminho de ferro + AS_Camionagem + AS_Nós$$

Figura 24 - Áreas de Serviço das Estruturas de caminho de ferro



O mapa resultante deste cálculo representa as áreas nas quais existe, ou não, sobreposição de variáveis, isto é, a existência em simultâneo de densidade populacional e estruturas de transporte, ocorrendo as seguintes combinações de variáveis:

- Nenhuma combinação, significando que se tratam de áreas de densidade populacional inferior a 5000 Hab. /Km² e ausência de estruturas de transporte;
- Entre uma e quatro variáveis, correspondendo à existência de apenas uma variável até ao máximo de quatro em simultâneo, independentemente das variáveis em causa;
- Combinação de todas as variáveis, num total de cinco em simultâneo.

No terceiro nível de simulações acresce uma outra variável – densidade de geradores de procura, esperando-se que seja capaz de refinar as simulações anteriores.

Neste nível pretende-se realizar simulações capazes de produzir cenários TOD para uma área mais restrita, a cidade do Porto.

Tal como se procedeu em relação à densidade populacional, também a densidade de geradores de procura (Figura 25) foi obtida através do interpolador de densidade Kernel, tendo como referência a recolha de geradores de procura descrita no capítulo 3.1.1. De igual modo ao tratamento da densidade populacional, considerou-se mais pertinente seleccionar um valor a partir do qual a densidade de geradores de viagem se considera elevada. A determinação deste valor seguiu o mesmo critério da seleção de densidade populacional, isto é, o arredondamento por excesso da soma entre a média e o desvio padrão da densidade de geradores de procura. Neste caso, a média é de 19,8 e o desvio de 27,7, pelo que se considera elevada a densidade igual ou superior a 48 geradores/Km² (Figura 26)

Figura 25 - Densidade de Geradores de Procura segundo densidade de Kernel

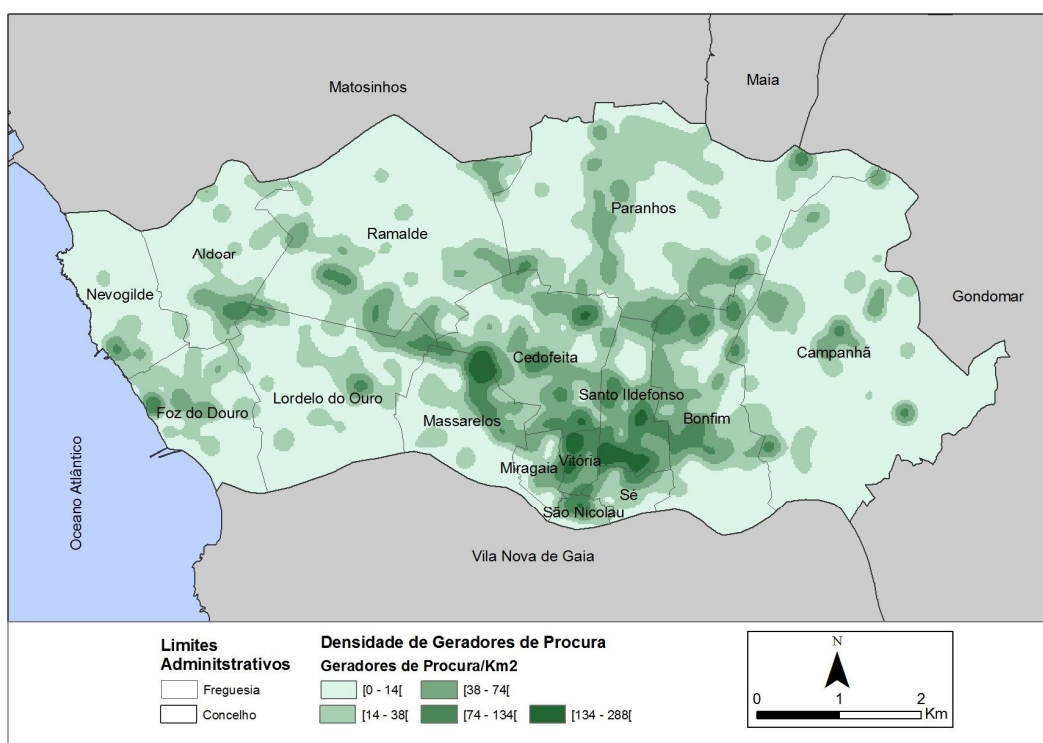
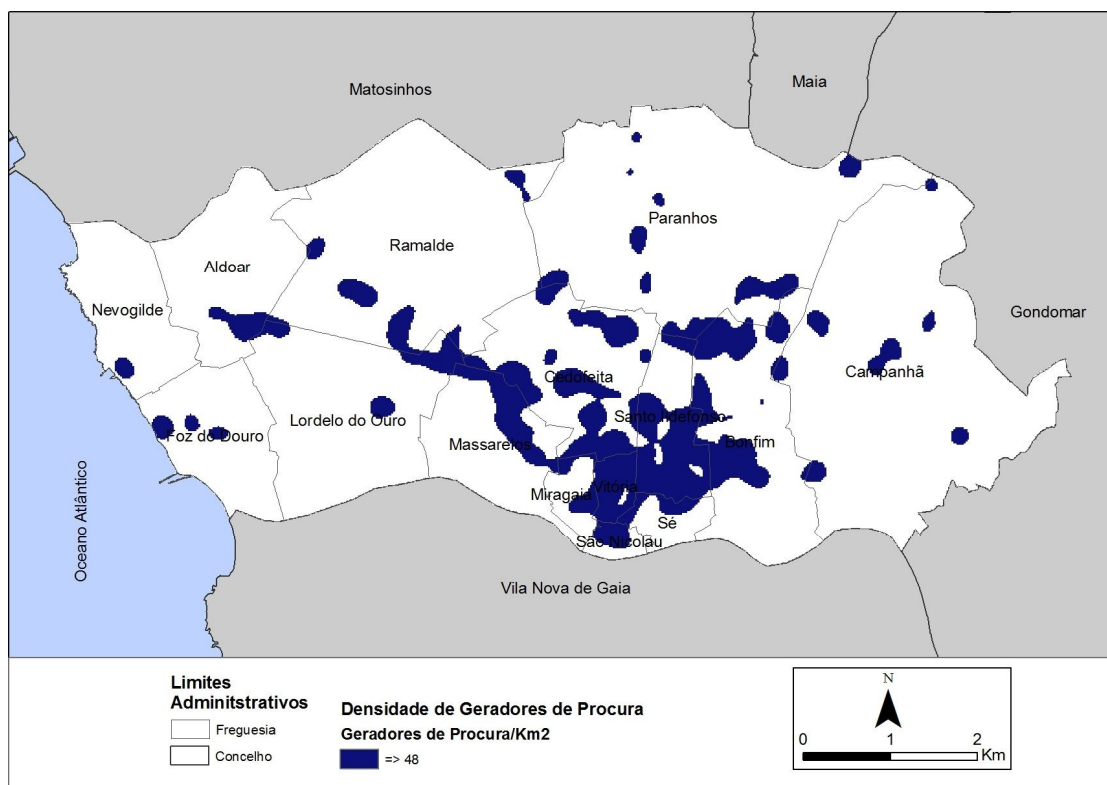


Figura 26 – Densidade de Geradores de Procura igual ou superior a 48



Desta imagem destacam-se duas áreas de claramente duas áreas:

1. Coincidente com a denominada Baixa, delimitada genericamente de pelas ruas da Boavista e de Cedofeita, Praça da República, pelas ruas de Gonçalo Cristóvão, Santa Catarina, Alegria, de Santo Ildefonso, 31 de janeiro, Praça da Liberdade e pelas áreas da Cordoaria e da Ribeira;
2. Na envolvente da Rotunda da Boavista prolongando-se para ponte ao longo da Avenida da Boavista até à proximidade da VCI/Foco, para nascente para a Rua da Boavista e para Sul para proximidade das ruas do Bom Sucesso, Gonçalo Sampaio, Campo Alegre, Júlio Dinis e Praça da Galiza.

Para além destas duas áreas de maior relevância identificam-se ainda outras áreas de menor dimensão e mais dispersas pela cidade, como é o caso da:

3. Envolvente da Praça do Marquês do Pombal;
4. Envolvente das ruas de Serpa Pinto, Monte Cativo, Padre José Pacheco do Monte e Damião de Góis tendo em comum com a área anterior a Rua da Constituição;
5. Envolvente do cruzamento da Avenida da Boavista, Doutor Antunes Guimarães e ruas de Sagres e Tânger numa área conhecida como Fonte da Moura.

Todas estas áreas, bem como maioria das restantes de dimensão mais singela, encontram-se na proximidade de vias de grande importância na circulação interna da cidade, bem como de ligação aos concelhos limítrofes e à região.

Também neste nível se realizaram simulações distintas consoante o tipo de impedância considerada, através de cálculo matricial segundo a expressão:

$$\text{Dens. Pop.} + \text{AS_Metropolitano} + \text{AS_caminho de ferro} + \text{AS_Camionagem} + \\ \text{AS_Nós} + \text{Dens. Gerad. Procura}$$

O mapa que resulta deste cálculo representa as áreas nas quais existe, ou não, sobreposição de variáveis, isto é, a existência em simultâneo de densidade populacional, estruturas de transporte e densidade de geradores de viagem, ocorrendo as seguintes combinações de variáveis:

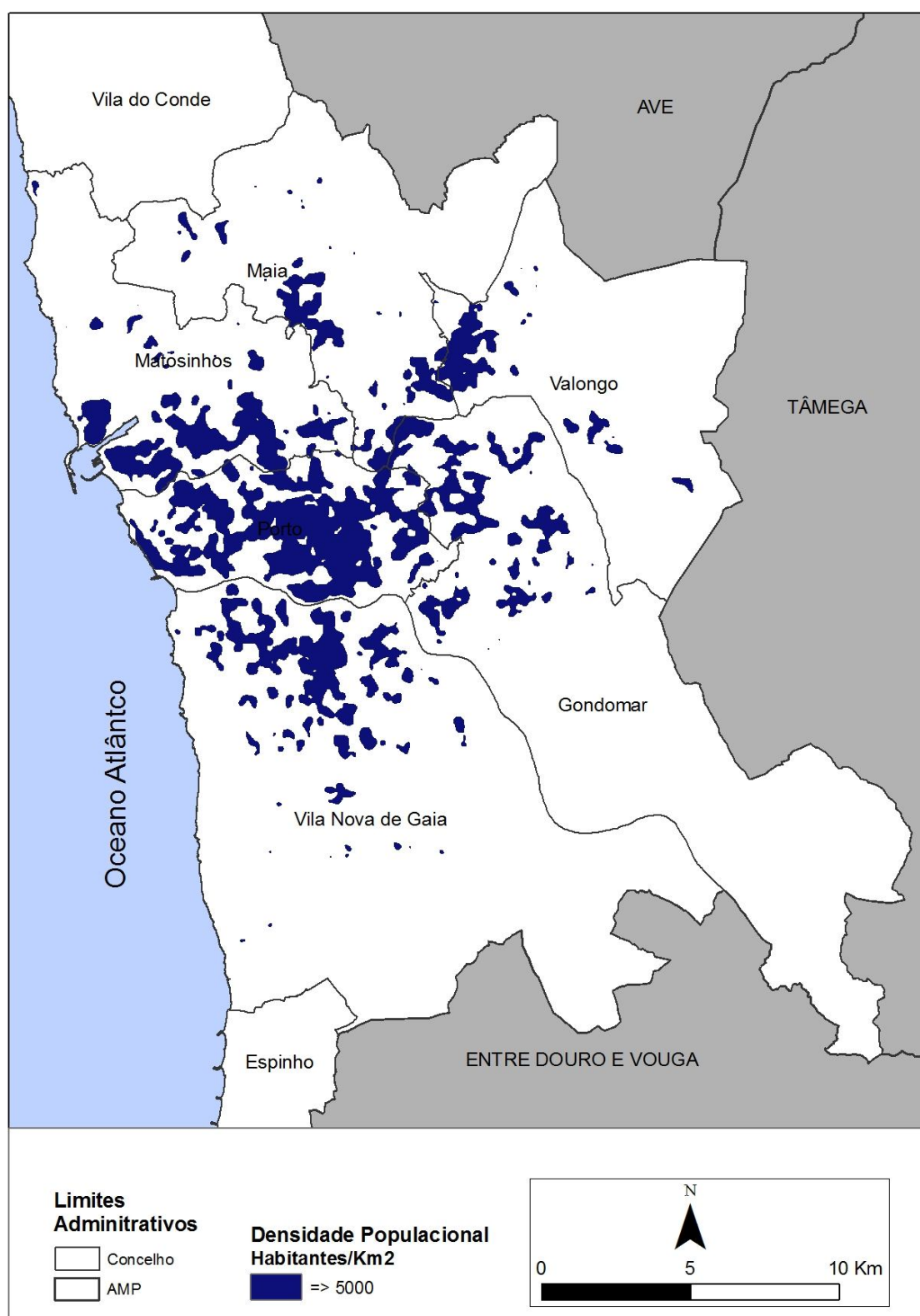
- Nenhuma combinação, significando que se tratam de áreas de densidade populacional inferior a 5000 Hab./Km², ausência de estruturas de transporte e densidade de geradores de viagem inferior a 48 geradores/Km².
- Entre uma e cinco variáveis, correspondendo à existência de apenas uma variável até ao máximo de cinco em simultâneo, independentemente das variáveis em causa;
- Combinação de todas as variáveis, num total de seis em simultâneo.

4.2. Criação de cenários

Os cenários TOD apresentados neste subcapítulo são o resultado das sucessivas simulações realizadas.

A figura 27 corresponde ao cenário 1 resultante da simulação realizada tendo em conta a densidade populacional. Tal como referido anteriormente, foram seleccionadas as densidades mais pertinentes à definição do TOD, pelo que o cenário 1 representa as áreas do Grande Porto de densidade populacional igual ou superior a 5000 Hab./Km².

Figura 27 - Cenário 1



Esta imagem da densidade populacional revela a cidade do Porto como a área do Grande Porto mais propícia para ser TOD. De facto, é no Porto que se encontra o maior núcleo de densidade populacional igual ou superior a 5000 Hab. /Km², sendo que as demais áreas segundo esta condição tendem a diminuir, situando-se principalmente na próxima e nos interstícios das principais vias de acesso regional, nomeadamente a EN13, EN14, A1, A3, A20, A28 e IC29.

Todavia, a densidade populacional igual ou superior a 5000 Hab./Km² parece ser um indicador insuficiente para a identificação das localizações TOD mais concretas, pelo que os cenários propostos a seguir correspondem à integração de outras variáveis nas respetivas simulações.

Considerando as áreas em que mais variáveis se apresentam em simultâneo são as áreas mais aptas para serem TOD, a leitura do mapa resultante da combinação da densidade populacional com as estruturas de transporte não deixa margem para dúvidas relativamente ao Grande Porto ser um território com potencial TOD.

Os cenários 2, 3 e 4, representados pela figuras 28, 29 e 30 respetivamente, relativos às simulações combinadas das variáveis densidade populacional e estruturas de transporte, apresentam diferentes coberturas no território, de acordo com impedâncias de 2, 4 e 6 minutos associadas às áreas de serviço das estruturas de transporte. Dos três cenários da figura, o cenário 2 é aquele que melhores condições apresenta para o estabelecimento de áreas TOD, pois apesar dos três cenários apresentarem áreas de máxima combinação de variáveis, os cenários 3 e 4 apresentam uma cobertura demasiado extensa sob esta condição, facto que inviabiliza a identificação concreta de áreas TOD.

O cenário 2 permite ainda outra leitura. Sendo este cenário resultado da aplicação de uma impedância menor, torna-se clara a importância da proximidade às principais via rodoviárias que promove a ocupação de áreas envolventes a importantes nós da rede de estradas e das áreas intersticiais de importantes vias, tal como se observa na figura 32 principalmente em relação aos concelhos de Matosinhos, Maia e Gondomar.

Os cenários 5, 6 e 7, representados pela figura 31, 32 e 33 respetivamente, correspondem às simulações combinadas das variáveis densidade populacional e estruturas de transporte e apresentam diferentes coberturas do território segundo as impedâncias distâncias de 200, 400 e 600 metros, relativas às áreas de serviço das estruturas de transporte. Em termos de cobertura no território do Grande Porto, os três

Figura 28 - Cenário 2

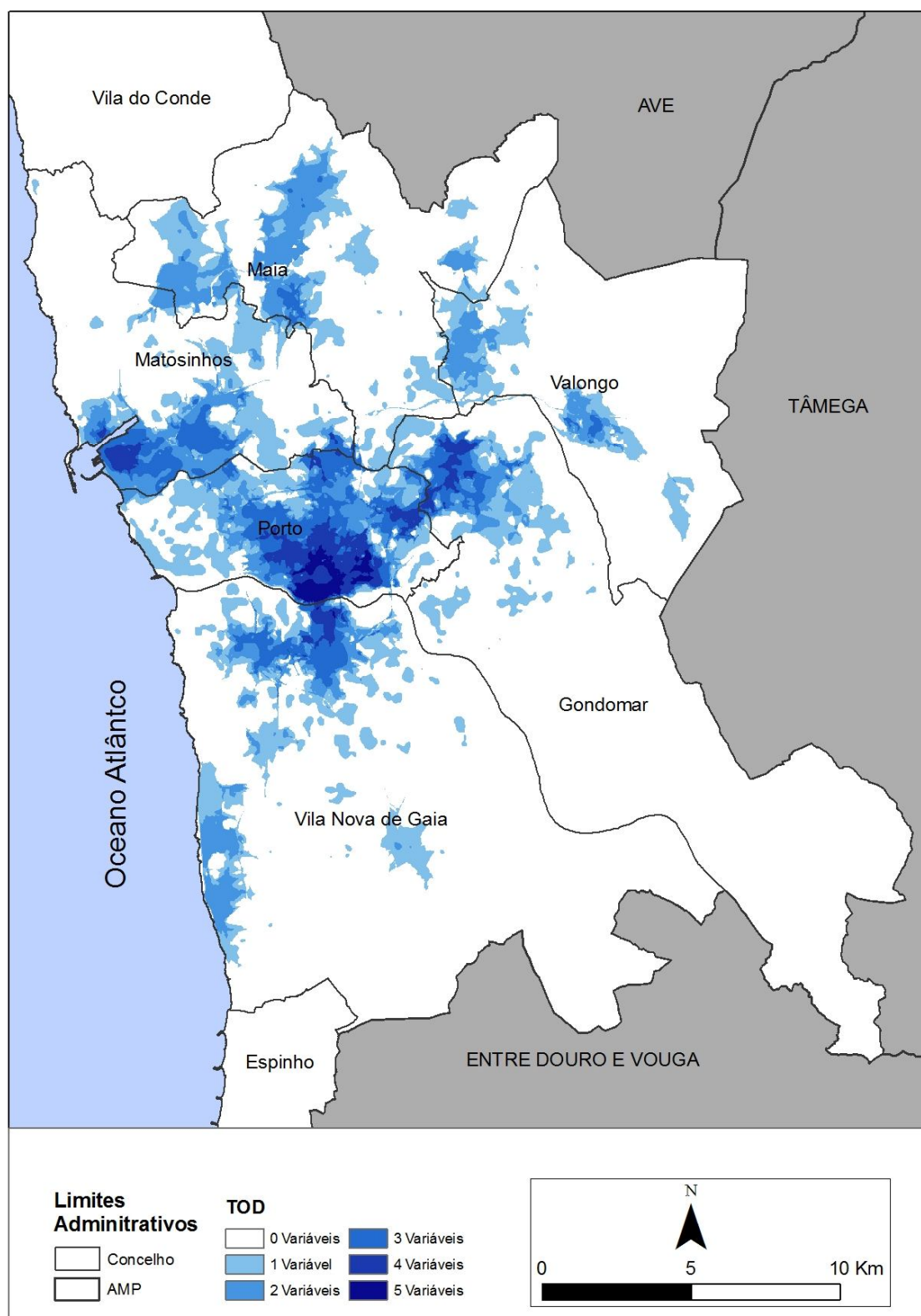


Figura 29 - Cenário 3

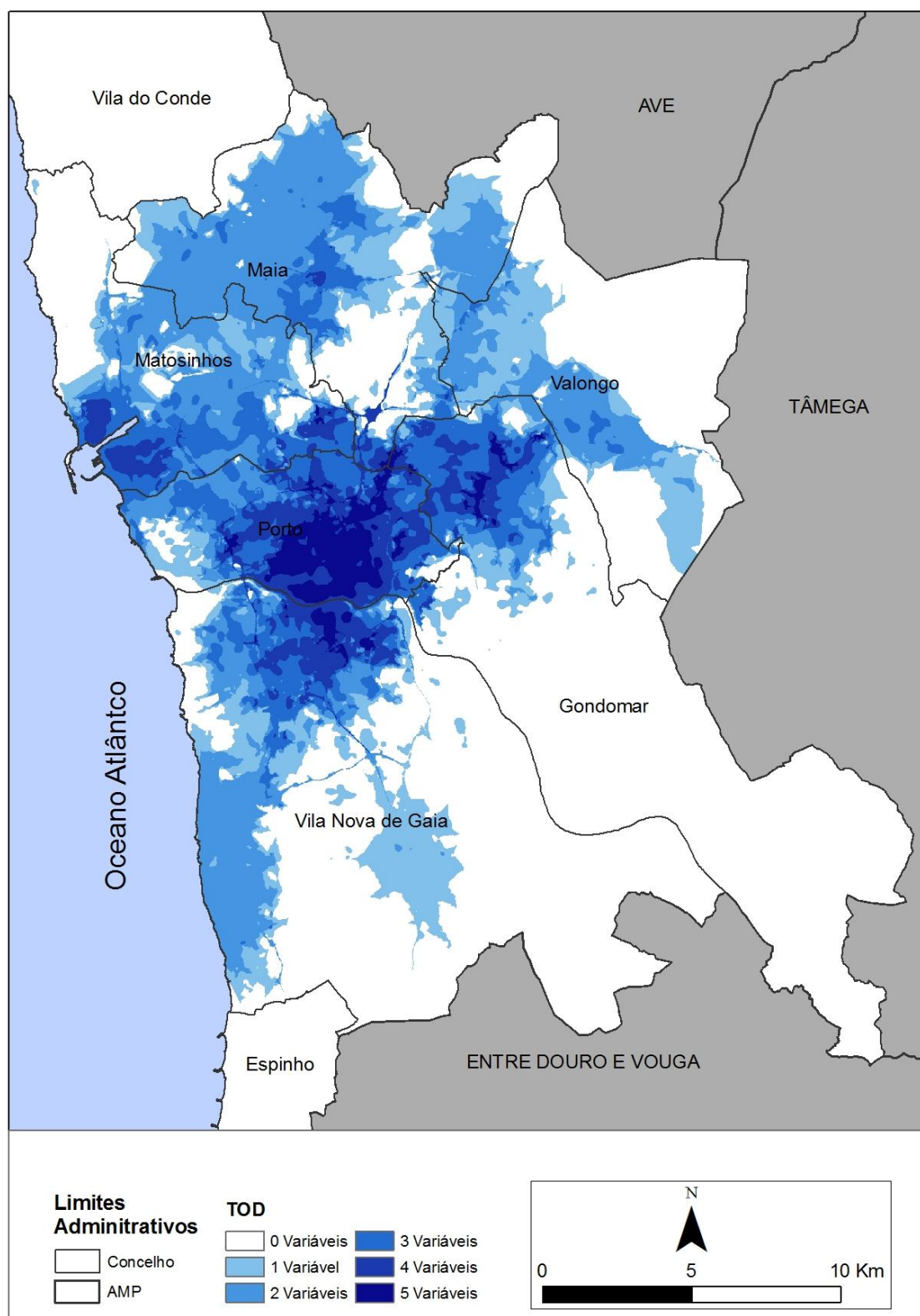


Figura 30 - Cenário 4

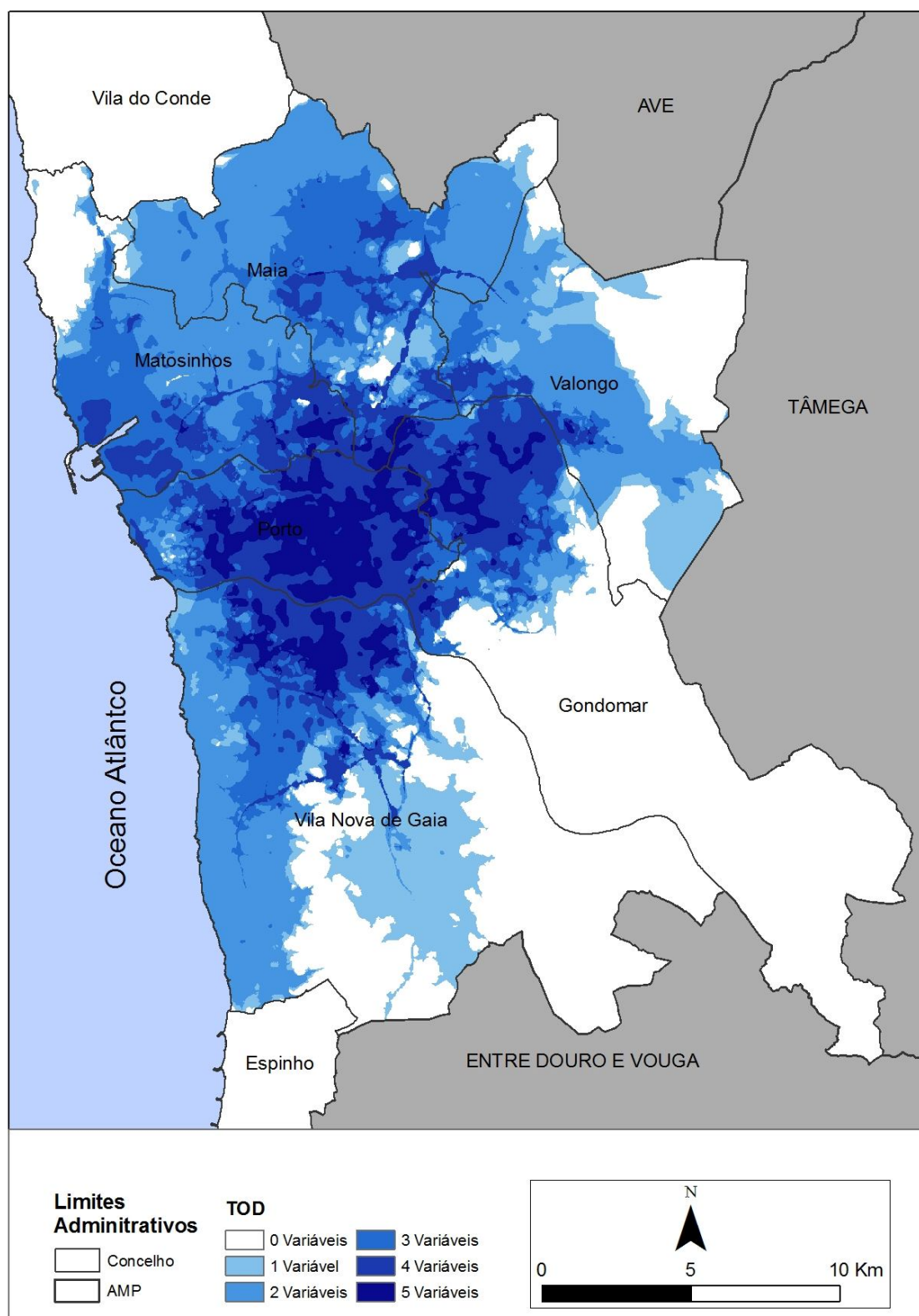


Figura 31 - Cenário 5

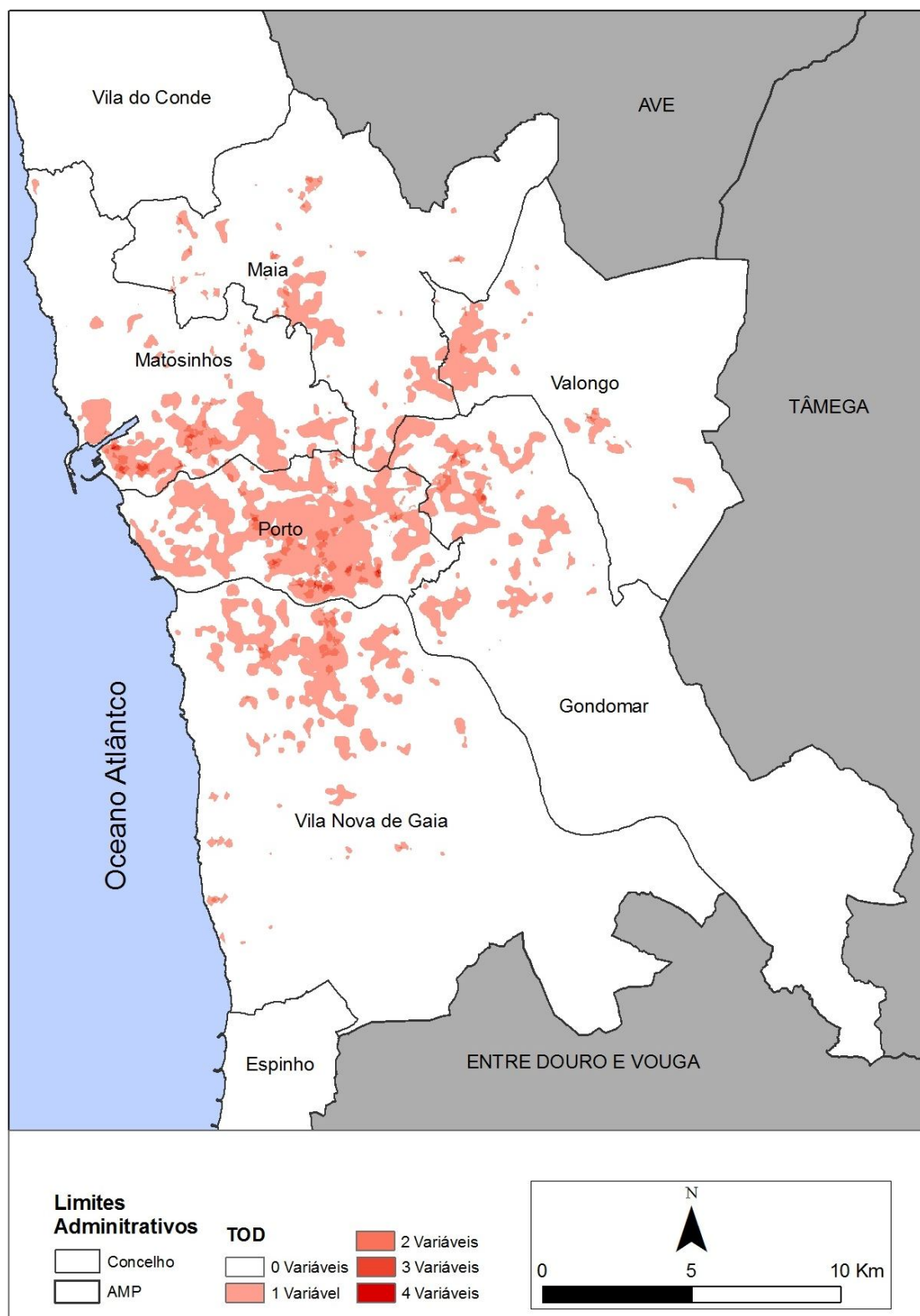


Figura 32 - Cenário 6

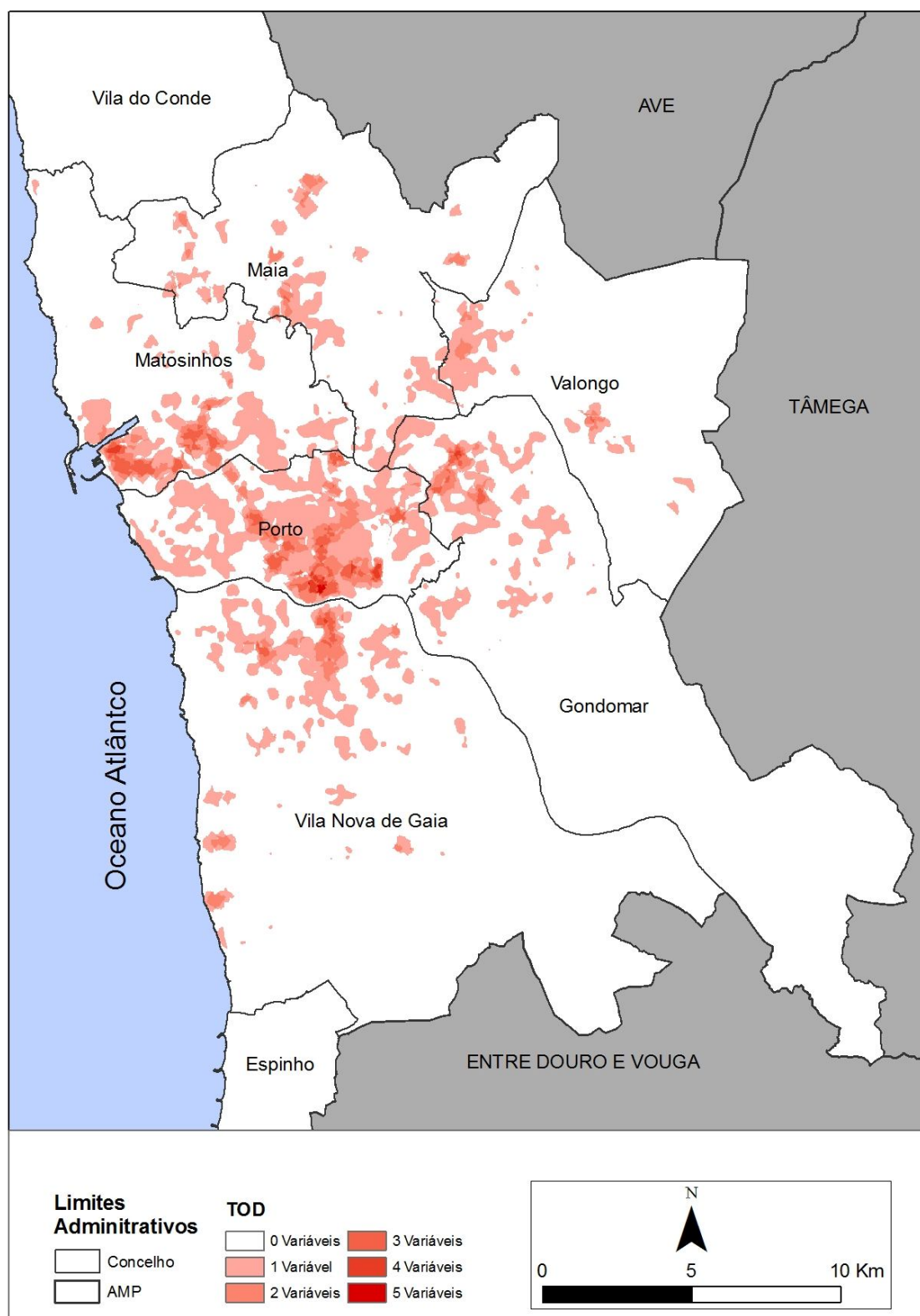
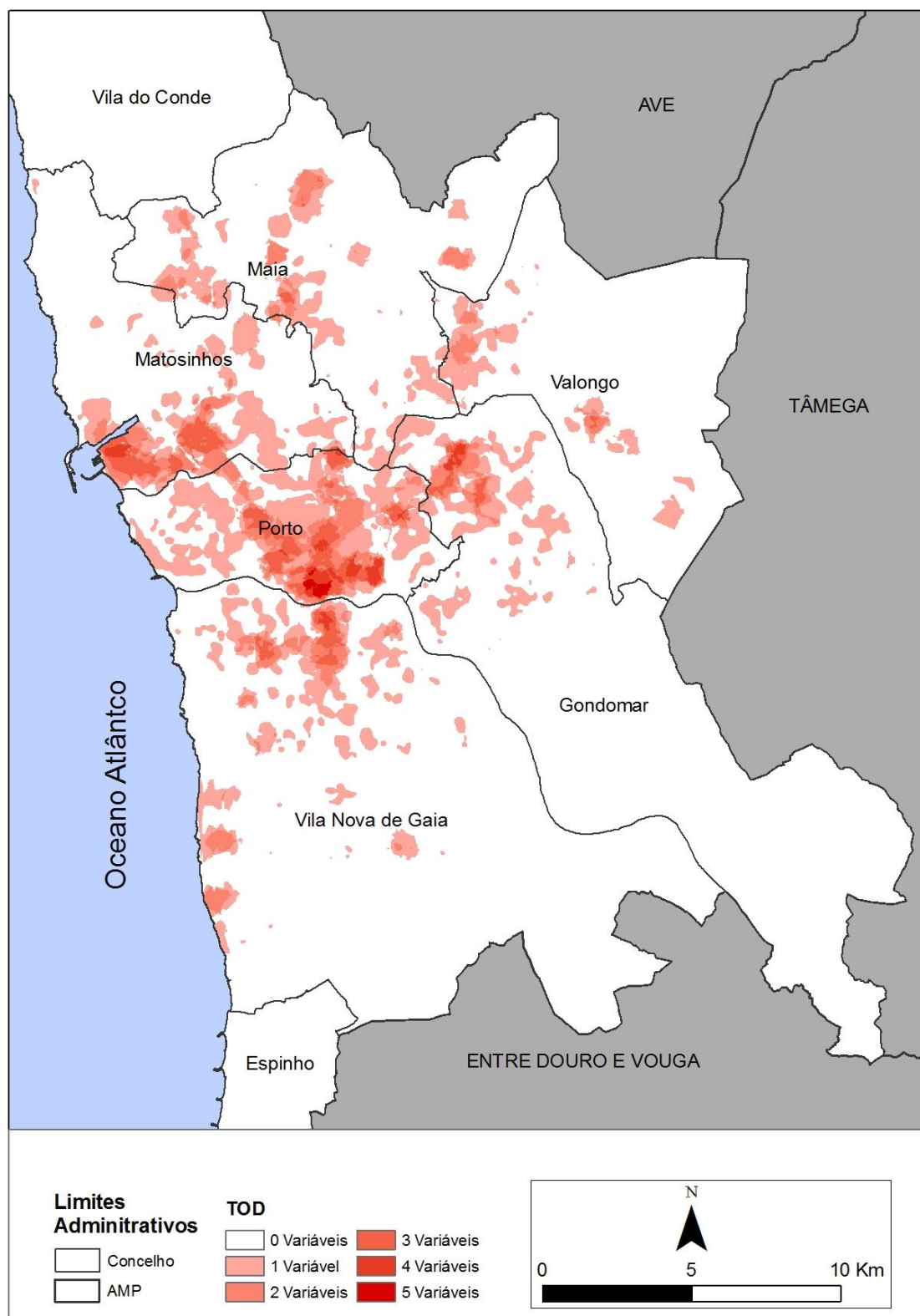


Figura 33 - Cenário 7



cenários não são substancialmente diferentes entre si, apresentando características semelhantes às referidas no caso dos cenários anteriores, isto é, o Porto como o território a partir do qual as áreas de combinação de variáveis tendem a escassear e a reduzir o número de combinações obtidas.

A principal distinção entre os três cenários reside na dimensão das áreas relativas a cada combinação de variáveis, facto que está diretamente ligado à impedância aplicada. Com efeito, tal como no caso de aplicação da impedância tempo, uma impedância menor na realização da simulação resultou na definição de áreas de combinação de variáveis menos extensas. Todavia, se no caso dos cenários 2 a 4 o cenário de menor impedância é o mais favorável para ser TOD, por apresentar áreas de combinação de variáveis restritas, pelo contrário no caso dos cenários 5 a 7 o mais favorável é o de impedância maior, pois é aquele menos particulariza tais áreas. Neste sentido, o cenário 5 deve ser excluído de consideração, na medida em que não identifica qualquer área de combinação máxima possível de variáveis.

De uma forma geral, pode dizer-se que os cenários obtidos a partir de simulações segundo impedâncias distintas apresentam bastantes semelhantes, não sendo, no entanto, possível afirmar que a aplicação de uma impedância em detrimento da outra constitui uma mais-valia. Porém, estes cenários permitem concluir que em função da densidade populacional e das estruturas de transportes o Porto é o território com as melhores condições para a identificação de áreas TOD, designadamente a área da Baixa.

Através dos cenários 8 a 13 pretende-se representar o resultado das simulações apenas para a cidade/concelho do Porto nos mesmos moldes das simulações anteriores, acrescida da variável densidade de geradores de procura.

Relativamente aos cenários 8, 9 e 10 representados pela figura 34, 35 e 36 respetivamente, referem-se às áreas que resultam da combinação de variáveis segundo a impedância tempo. Dos três cenários apresentados o cenário 8 é aquele que melhor identifica áreas TOD. Em função de dois minutos de impedância identificam-se as áreas de maior apetência situadas nas freguesias interiores à VCI, principalmente na envolvente da Baixa e da rotunda da Boavista. De facto, a VCI parece atuar como barreira a partir de onde as áreas mais propícias para ser TOD se encontram, no entanto é a partir da Baixa que as condições ideais diminuem.

Figura 34 – Cenário 8

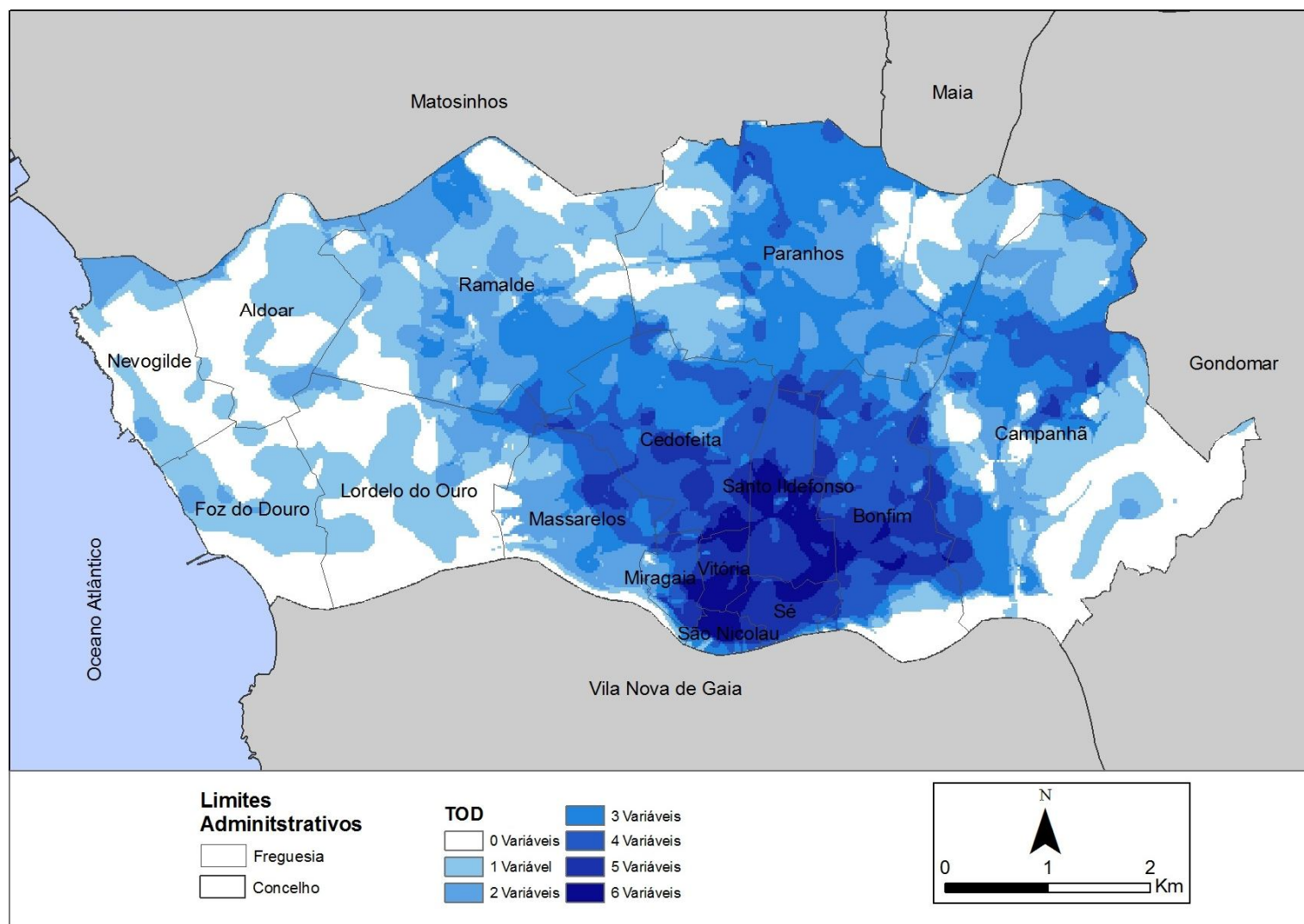


Figura 35 - Cenário 9

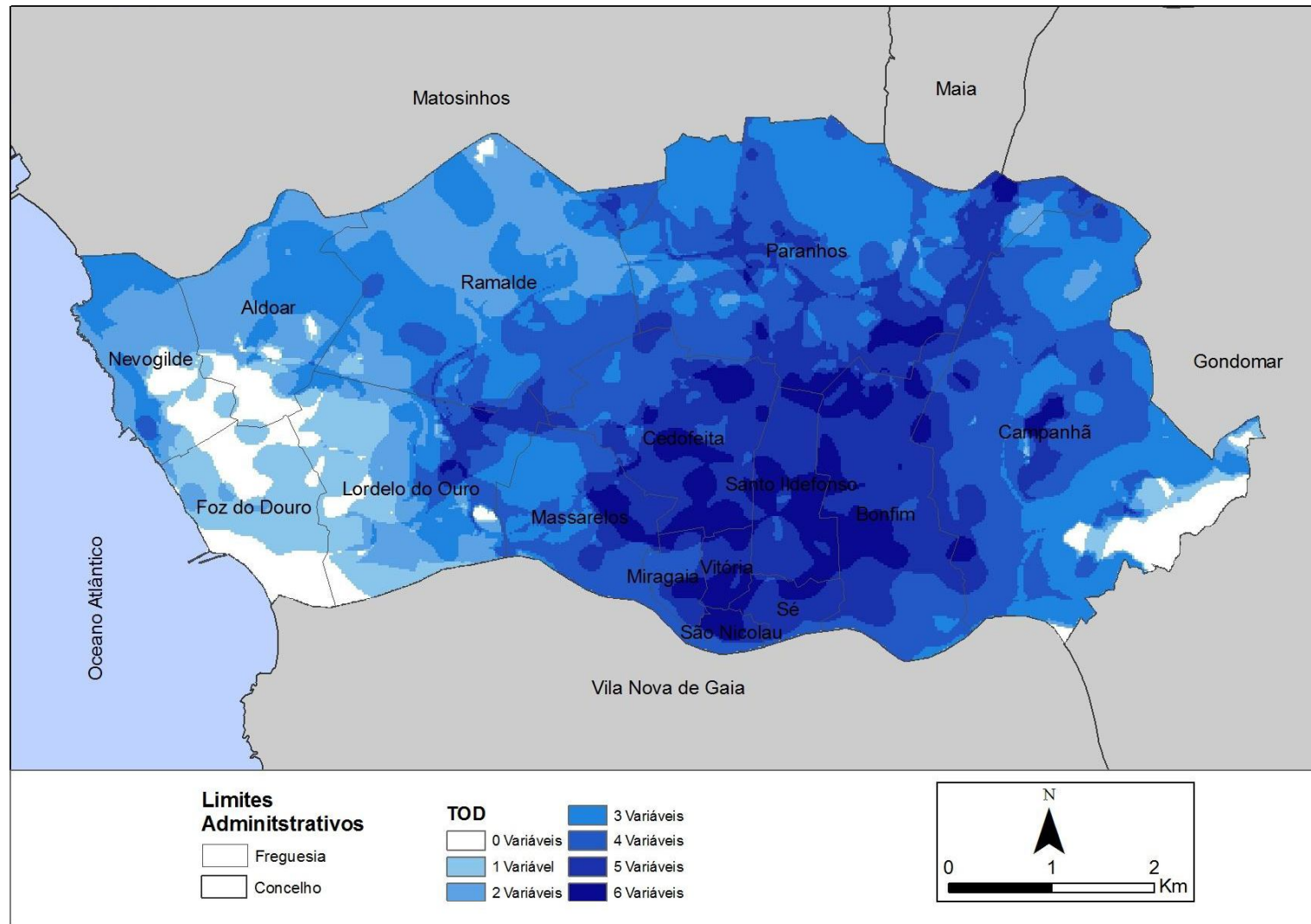
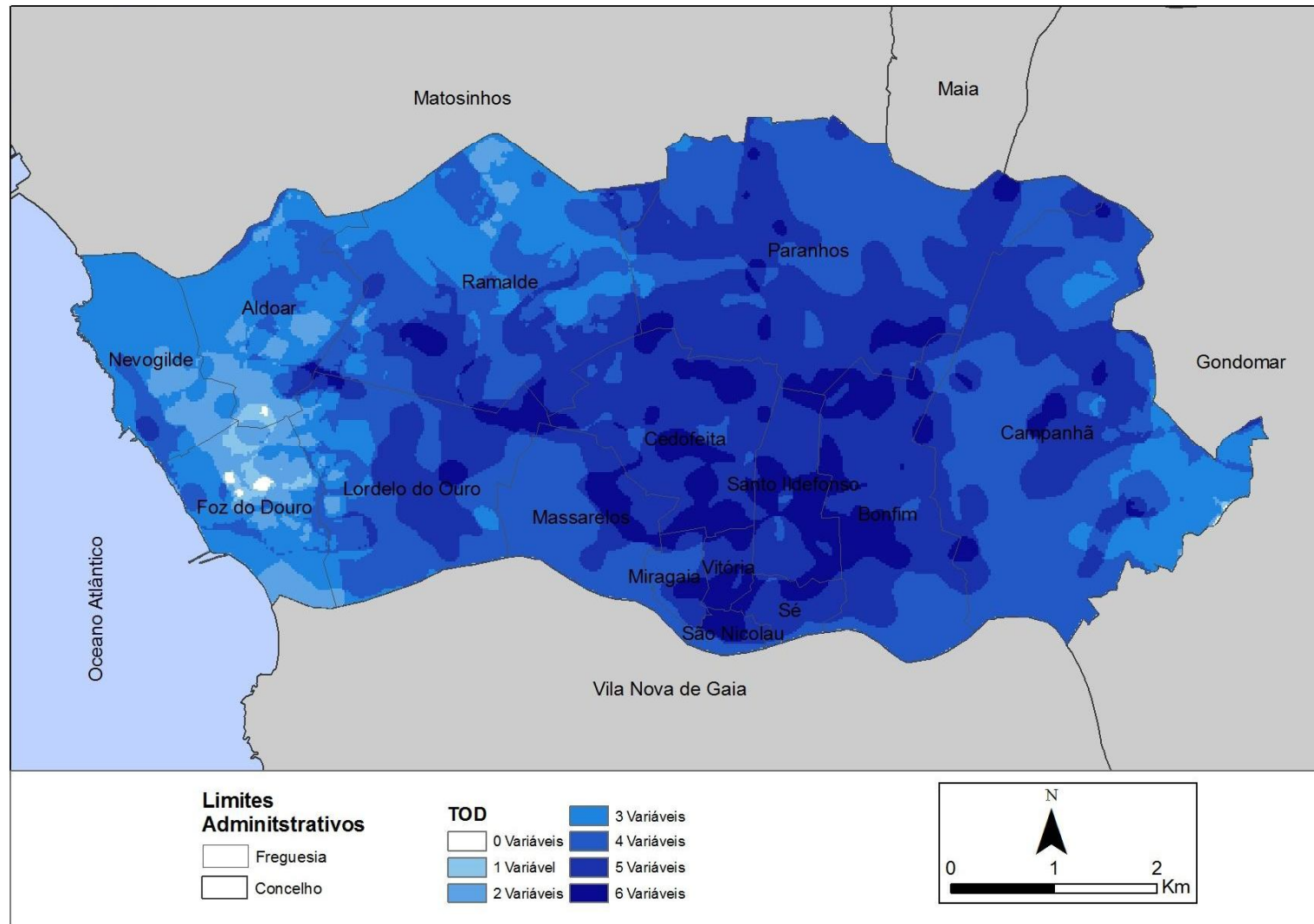


Figura 36 - Cenário 10



Outra situação que se regista neste cenário é a notória oposição Este/Oeste. Apesar da diminuição a partir da Baixa nas freguesias do lado oriental surgem melhores condições para a identificação de áreas TOD relativamente ao lado ocidental, onde se registam menores combinações de variáveis.

Relativamente às áreas de maior combinação de variáveis, genericamente coincidentes com a Baixa, destacam-se três áreas:

1. Cordoaria / Praça de Almeida Garrett / Rua Mouzinho de Albuquerque / Alfandega;
2. Trindade / Largo do Padrão / Praça da Batalha / rua de Santa Catarina, Sá da Bandeira, 31 de janeiro e Fernandes Tomás em cuja proximidade se situam importantes estações do metro do Porto;
3. Carmo / Cedofeita

Os cenários 9 e 10, relativos a impedância de 4 e 6 minutos respetivamente, não são os mais indicados para a identificação de áreas TOD, pois apesar de no essencial destacarem as mesmas áreas que o cenário 8 a cobertura territorial que representam não é ideal para a identificação de áreas mais concretas. De facto, graças às impedâncias aplicadas os cenários 9 e 10 resultam em coberturas quase na totalidade coincidentes com o território do Porto. Pretendendo-se identificar áreas concretas, tal situação inviabiliza a sua obtenção.

Tal como nos cenários 8, 9 e 10, os cenários 11, 12 e 13 (Figuras 37, 38 e 39 respetivamente) não apresentam diferenças substanciais entre si em termos de distribuição das áreas obtidas através da combinação de variáveis, nem do tipo de combinação resultante das simulações.

Em relação aos cenários obtidos a partir da impedância tempo registam situações semelhantes no que respeita às áreas de maior combinação de variáveis situarem-se nas freguesias interiores à VCI, assim como o facto de nas áreas exteriores à VCI se destacarem menos áreas. No entanto, comparativamente com os cenários anteriores, as combinações situadas nas áreas interiores à VCI são menos extensas, mais genéricas e por isso menos particularizadas. Neste sentido, embora os três cenários apresentem áreas com condições para serem TOD, o cenário 13 é aquele que melhor representa essas áreas, pois é aquele que permite individualizar melhor essas áreas, assim como estabelecer mais facilmente uma hierarquia dessas áreas. Relativamente às áreas de combinação máxima de variáveis os cenários 8 e 13 diferem ligeiramente, mas genericamente destacam as mesmas áreas ou áreas próximas:

1. Cordoaria / Praça de Almeida Garrett / Rua Mouzinho de Albuquerque;
2. Praça da Batalha / Rua Alexandre Herculano
3. Praça Dona Filipa de Lencastre / Rua da Picaria / Rua de Ceuta.

Figura 37 - Cenários 11

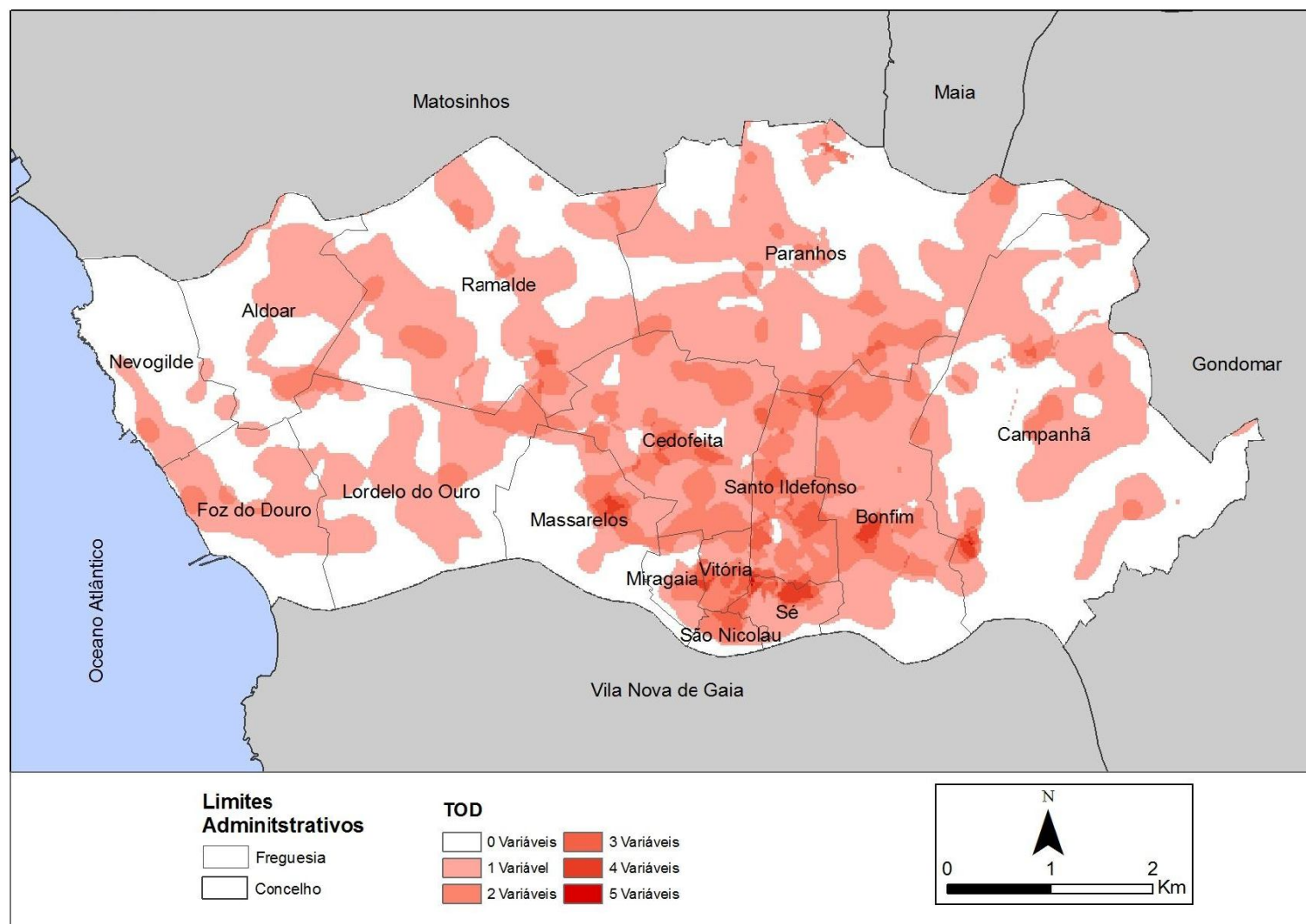


Figura 38 - Cenário 12

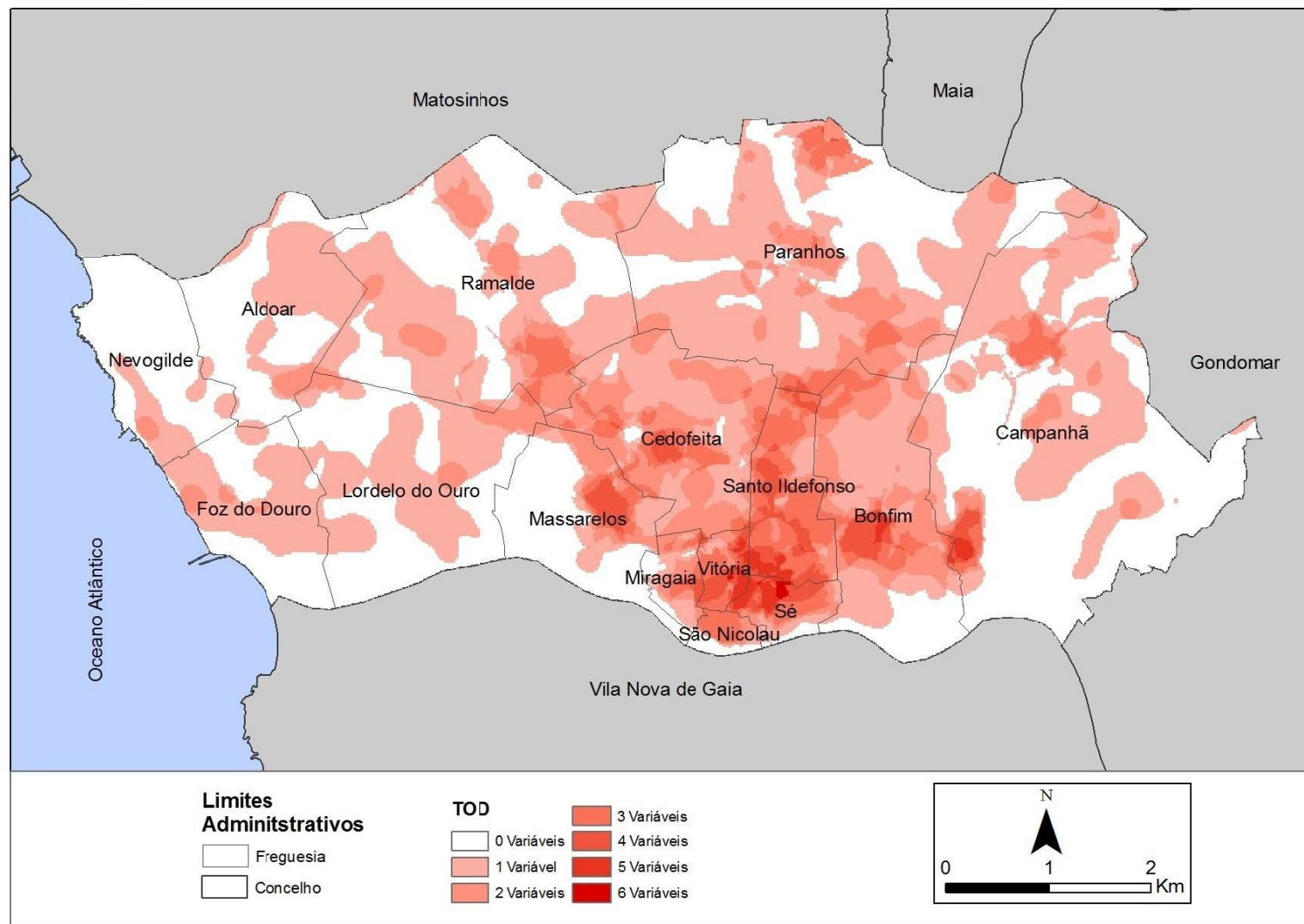
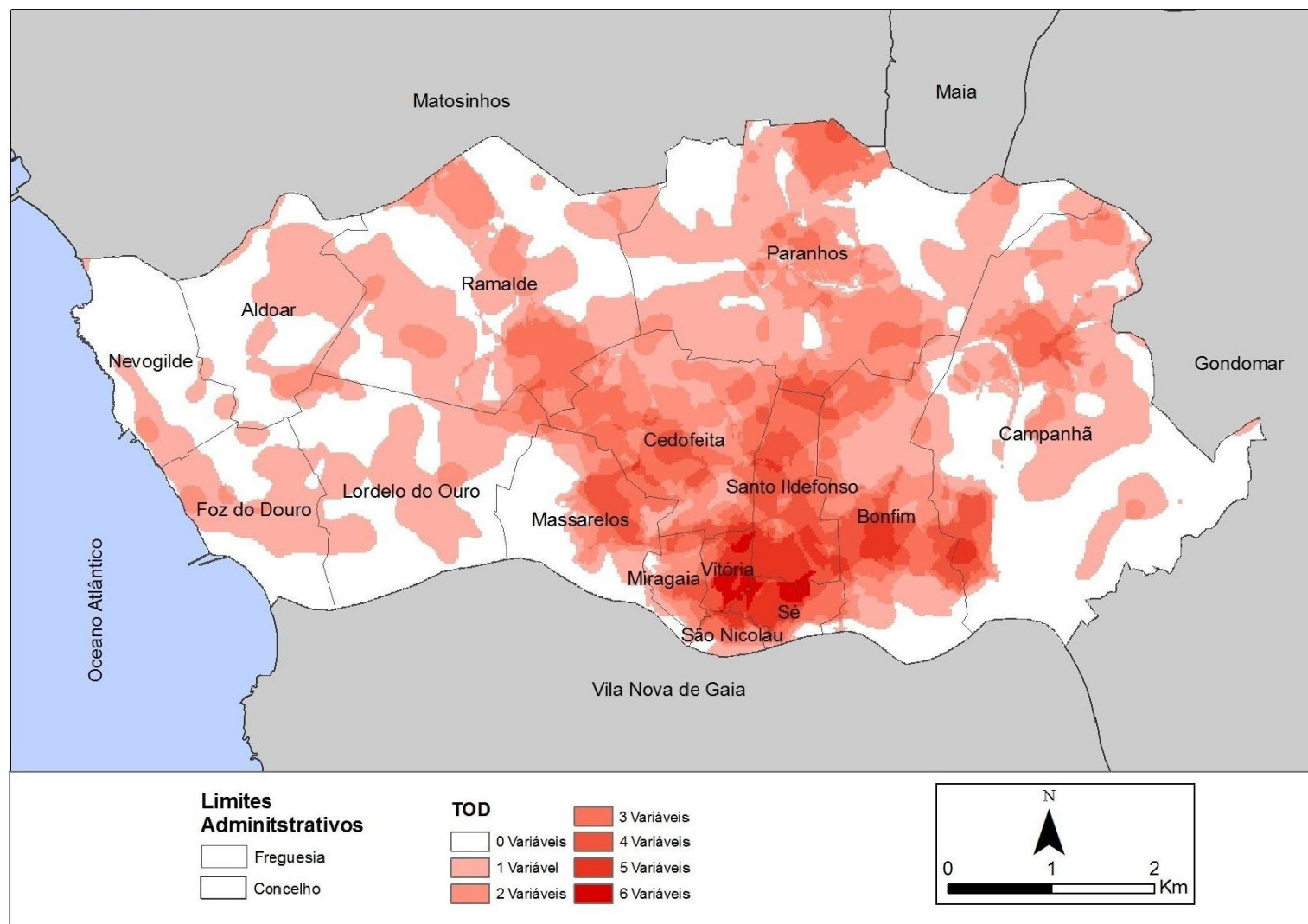


Figura 39 - Cenários 13



Capítulo 5

Conclusões

5. Conclusões

Do exercício e reflexão levados a cabo com este trabalho, foi possível concluir que o conceito TOD, com origem em trabalhos norte-americanos em realidades territoriais substancialmente diferentes das europeias, se encontra em fase de exploração e desenvolvimento na Europa. De facto, se numa fase inicial desta dissertação a curiosidade em torno da exploração do conceito conheceu alguma desmotivação pela dificuldade em encontrar uma metodologia que se aplicasse quase diretamente aos territórios portugueses, certo é que, a partir de sucessivos ensaios, foi possível construir cenários que, longe de se apresentarem como propostas de definição de áreas TOD, servem, acima de tudo, como ponto de partida para futuros trabalhos.

Sendo mais comum a abordagem aos TOD em áreas de baixa densidade de ocupação ou em áreas novas, conseguiu-se contribuir para a reflexão em torno da aplicação de solução de transporte, reinterpretando o conceito TOD à luz da organização do espaço urbano do Porto. Por outro lado, face à diversidade de metodologias adotadas, constituiu um desafio igualmente interessante a seleção de indicadores para a construção de cenários de localização TOD – tal como em outros trabalhos geográficos, também este se ressentiu da dificuldade em encontrar bases cartográficas e estatísticas atualizadas. Finalmente, sobre o último objetivo definido – “ensaiar uma metodologia de localização TOD em áreas urbanas consolidadas, utilizando o caso da cidade do Porto” – concluiu-se que, à escala da cidade do Porto, a inércia dos núcleos tradicionais, pela polarização de grandes geradores de deslocações (atividades e serviços centrais e/ou especializados) funciona como âncora na definição dos TOD, mas o alargamento da área de observação, faz emergir a distribuição da população residente como fator importante a considerar, podendo servir de base de decisão e definição para a constituição de uma rede de TOD metropolitana.

Atendendo aos indicadores utilizados na realização das simulações, os cenários obtidos destacam, genericamente, as mesmas áreas. Os treze cenários obtidos correspondem a sucessivas filtragens promovidas pelas simulações através da introdução de novas variáveis. A este propósito, a densidade populacional, única variável comum em todas as simulações, e a rede de transportes, materializada nas estruturas de transportes, funcionam como os mais decisivos elementos na identificação de áreas TOD.

De facto, a introdução da variável densidade de geradores de procura na realização de simulações para o Porto não resultou numa verdadeira mais-valia, isto é, não destacou áreas substancialmente diferentes daquelas que as simulações anteriores produziram. A introdução dos geradores de procura apenas surtiu efeito ao nível do detalhe no destaque das áreas TOD. Esta variável permitiu colocar em plano de destaque diferentes áreas da cidade, genericamente situadas na Baixa, na Boavista e na envolvente de importantes vias.

Cordoaria, Praça da Batalha ou Praça de Almeida Garrett são alguns exemplos de áreas TOD na envolvente da Baixa. No entanto é a Trindade que melhor se identifica como TOD. A confirmar isto estão as cercas de 850000 validações médias mensais entre janeiro de 2009 e dezembro de 2010 na estação de metro da Trindade (<http://www.metrodoporto.pt/>). Com base neste dado, parece admissível considerar a Trindade a principal área do TOD de uma rede TOD aplicada ao Grande Porto.

No caso da Boavista facilmente se destaca a envolvente da rotunda da Boavista, prolongada a Sul para o Campo Alegre. Relativamente a esta área, a par do número considerável de serviços e atividades económicas existentes e da proximidade ao pólo universitário do Campo Alegre, a proximidade a importantes vias de ligação regional e local, como a VCI, a Avenida da Boavista ou a Rua de Júlio Dinis e a presença da estação de metro Casa da Música (a segunda com maior média mensal de validações entre 2009 e 2010), permitem identificar a Boavista como a segunda área TOD mais importante numa hierarquia TOD no Grande Porto.

Assim sendo, a resposta à questão inicial: “Face à dificuldade em resolver os problemas de mobilidade e soluções de transporte na cidade do Porto e na sua área metropolitana, pode o conceito de *Transit-Oriented Development* (TOD) constituir uma solução a implementar?”, a resposta é sim. Sim, porque a constituição de uma rede TOD implica, não só a concertação de interesses entre agentes e atores envolvidos na mobilidade urbana e na (re)organização dos territórios da cidade, como a necessária implementação de uma prática integrada de rede de transportes, rede esta que além de incorporar as infraestruturas, os equipamentos, o material circulante e a procura efetiva, considere também a geração da procura ocasionada pela sucessiva recomposição e realocação de pessoas e atividades na cidade.

Bibliografia

Bibliografia

Andrade, Caroline; Soares, Beatriz - Shopping center e seus impactos na circulação urbana: o caso do Center Shopping, Uberlândia. *Caminho da Geografia*. Vol. 13. (2006). p. 129-146. Disponível em WWW: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/10095/5965>>.

Banister, David; Economic and Social Research Council (Great Britain) - Transport and urban development. 1st. London ; New York: E & FN Spon, 1995. 0419203907 (acid-free paper)

Beaujeu-Garnier, Jacqueline - Geografia Urbana. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1997.

Boarnet, Marlon; Crane, Randall - L.A. Story: A Reality Check for Transit-Based Housing. Vol. 63. n.º 2 (1997). p. 189-204.

Carlton, Ian - Histories of transit-oriented development Perspectives on the development of the TOD concept : real estate and transit, urban and social movements, concept protagonist. Berkeley: Institute of Urban and Regional Development, University of California, 2009. Disponível em WWW: <<http://iurd.berkeley.edu/publications/wp/2009-02.pdf>>.

Cervero, R; Ferrell, C; Murphy, S - Transit-oriented development and Joint development in the United States: a literature review. *Transit Cooperative Research Program*. (2002). Disponível em WWW: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp_rrd_52.pdf>.

CMP/GEP - Mobilidade na Cidade do Porto: Análise das deslocções em transporte individual. Porto: CMP/GEP, 2007a. Disponível em WWW: <http://www.cm-porto.pt/users/0/58/MobilidadenacidadeodoPorto_4f52bfea48d0e1384a7386078f378d5a.pdf>.

CMP/GEP - Notas sobre a evolução demográfica do concelho do Porto. Porto: CMP/GEP, 2007b. Disponível em WWW: <http://www.cm-porto.pt/users/0/56/Relatorio_demografia_GEP_25343ba266a4e79ef2e82c89d1fc1df0.pdf>.

CTT - Manual de Endereçamento 2010. Disponível em WWW: <http://www.ctt.pt/fectt/export/download/servicosonline/conteudosextra/manual_end_2011.pdf>.

Dragutescu, Ana Elisabeta - A different perspective of planning: transit -oriented development. Dissertação de Mestrado em Planeament e e Projeto do Ambiente Urbano. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto 2006. Disponível em WWW: <<http://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/11257>>.

Hopper, Leonard J. - Landscape architectural graphic standards. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, 2007. Disponível em WWW:

<http://books.google.pt/books?id=4Toh06XEqMoC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>.

INE - Recenseamento Geral da População e da Habitação. 2001.

INE - Inquérito à Mobilidade da População Residente. Porto: Instituto Nacional de Estatística, Direção Regional do Norte; Direção Geral de Transportes Terrestres, 2002.

INE - Recenseamento Geral da População e da Habitação. Dados Preliminares. 2011.

ISIS - Alcançar a sustentabilidade através de políticas integradas de transportes e usos do solo. [s.l]: Istituto di Studi per l'Integrazione dei Sistemi, 2003. Disponível em WWW: <http://www.transplus.net/TrDoc/T_portoghese.pdf>.

Lana, Raquel M. - Um pouco sobre Kernel. 2009. Disponível em WWW: <<http://www.terralab.ufop.br/dokuwiki/lib/exe/fetch.php?id...sobrekernel>>.

LeFaver, Scott - Private land with public partnership for transit based development. San Jose: Mineta Transportation Institute, College of Business, San Jose State University, 1997. Disponível em WWW: <<http://transweb.sjsu.edu/mtiportal/research/publications/documents/97-1.pdf>>.

Litman, Todd - Evaluating Criticism of Smart Growth. Victoria: Victoria Transport Policy, 2011. Disponível em WWW: <<http://www.vtpi.org/sgcritics.pdf>>.

Matos, Fátima Loureiro de - Reabilitação Urbana da Baixa Portuense- Qualidade Habitacional. *Revista da Faculdade de Letras da Universidade do Porto - Geografia*. Vol. 1. n.º 2 (2007). p. 33-54. Disponível em WWW: <<http://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/4691.pdf>>.

Nelson, Dick; Niles, John - Essentials for Transit-Oriented Development Planning: Analysis of Non-Work Activity Patterns and a Method for Predicting Success. *Transportation Research Board*. (2006). Disponível em WWW: <<http://www.globaltelematics.com/dn-jn-pm.htm>>.

Nelson, Dick; Niles, John; Hibshoosh, Aharon - A New Planning Template for Transit-Oriented Development. San Jose: Mineta Transportation Institute, College of Business, San Jose State University, 2001. Disponível em WWW: <<http://transweb.sjsu.edu/MTIportal/research/publications/documents/01-12.pdf>>.

Pacheco, Elsa - Alteração modal e política de transportes no NW português. Guimarães: Universidade do Minho, 2004. Disponível em WWW: <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/22728/2/elsapachecoalteracao000091709.pdf>>.

Pacione, Michael - Urban geography: a global perspective. London: Routledge, 2005.

Palma, Pedro - Modelação da Distribuição e Comportamento da População Turista no Apoio ao Planeamento de Emergência. Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Modelação Territorial Aplicados ao Ordenamento. Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa. Lisboa, 2010.

Disponível em WWW:
<http://www.mopt.org.pt/uploads/1/8/5/5/1855409/msc_pedropalma.pdf>.

Reddi, Aruna; Chattopadhyaya, Subrata; Mazumder, Taraknath - Transit Oriented Development: An Integrated Land Use & Transportation Alternative for Sustainable Development. Kharagour: Indian Institute of Techonology, [s.d]. Disponível em WWW: <http://iitkgp-in.academia.edu/ArunaSri/Papers/385137/Transit_Oriented_Development_An_Integrated_Land_Use_and_Transportation_Alternative_for_Sustainable_Development>.

Rémy, Jean; Voyé, Liliane - A Cidade: Rumo a Uma Nova Definição? Porto: Edições Afrontamento, 1994.

Rodrigues, Michael; Costa, Eduarda Marques da; Rocha, Jorge; Abrantes, Patrícia - Delimitação da Área Morfológica Urbana das Cidades de Portugal Continental Através da Densidade da Rede Viária. Oeiras: Associação Portuguesa de Utilizadores de Informação Geográfica, 2010. Disponível em WWW: <http://www.usig.pt/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=62&Itemid=70&lang=pt>.

Salgueiro, Teresa Barata - A cidade em Portugal: uma geografia urbana. Lisboa: Edições Afrontamento, 1992.

Silva, Leandro; Kneib, Erika; Silva, Paulo - Proposta Metodológica para Definição da Área de Influência de Pólos Geradores de Viagens Considerando Características Próprias e Aspetos Dinâmicos de seu Entorno. *Engenharia Civil da Universidade do Minho*. Vol. 26. (2006). p. 111-122. Disponível em WWW: <<http://www.civil.uminho.pt/cec/revista/revista.htm>>.

Silverman, B. W. - Density Estimation for Statistics and Data Analysis. London: Chapman and Hall, 1986. Disponível em WWW: <<http://ned.ipac.caltech.edu/level5/March02/Silverman/paper.pdf>>.

Veigas, Luís; Marques, Miguel; Neves, Jorge - Georeferenciação Automática de Endereços Portugueses - GAP. Oeiras: Associação dos Utilizadores de Sistemas de Informação Geográfica, 2001. Disponível em WWW: <<http://www.igeo.pt/servicos/DPCA/biblioteca/PublicacoesIGP/esig2001/papers/esig53.pdf>>.

Sítios

<http://transitorienteddevelopment.dot.ca.gov/> (Várias consultas)

<http://resources.arcgis.com/> (Consulta: fevereiro de 2010)

<http://support.esri.com/en/knowledgebase/Gisdictionary/browse> (Consulta: fevereiro de 2010)

<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=welcome> (fevereiro de 2010)

<http://www.metrodoporto.pt/> (Consulta: maio de 2010)

Legislação

Decreto-Lei nº44/2005 de 23 de fevereiro

Anexos

Anexos

Anexo 1 - Geradores de Procura e Fontes de Informação

Categoria	Geradores de Procura	Fonte
Comércio	Centros Comerciais	Câmara Municipal do Porto (http://www.cm-porto.pt/) Associação Portuguesa de Centros Comerciais (http://www.apcc.pt/) Igogo (http://www.igogo.pt/)
	Farmácias	Farmácias de Portugal (http://www.farmaciasportuguesas.pt/)
	Supermercados	Lidl (http://www.lidl.pt/) Minipreço (http://www.clubeminipreco.webside.pt/) PingoDoce (http://www.pingodoce.pt/)
Ensino	Ensino	Ensino Pré-primário, Básico, Secundário, Profissional e Particular e Cooperativo (http://www.dren.min-edu.pt/) Superior (http://www.dges.mctes.pt/DGES/pt)
Serviços	Bancos	Banco ABN AMRO (http://www.cm-porto.pt/) Banco BAI Europa (http://www.bancobaieuropa.pt/) Banco BEST (http://www.cm-porto.pt/) Banco BIC Português (http://www.bancobic.pt/) Banco de Investimento Global (https://www.bigonline.pt/) Banco de Portugal (http://www.bportugal.pt/) Banco Invest (http://www.bancoinvest.pt/) Banco LJ Carregosa (http://www.bancocarregosa.com/) Banco Mais (http://www.bancomais.pt/) Banco Popular (http://www.bancopopular.pt/) Banco Português de Gestão (http://www.bpg.pt/) Banco Privado Português (http://www.bppinforma.com.pt/) Banco internacional do Funchal (http://www.banif.pt/) Barclays Bank Portugal (http://www.barclays.pt/) Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (http://www.bbva.com/) Banco Espírito Santo (http://www.bes.pt/) BNP Paribas (http://www.bnpparibas.pt/) Banco Português de Negócios (http://www.bpn.pt/) Banco Português de Investimento (http://www.bancobpi.pt/) Caixa Geral de Depósitos (https://www.cgd.pt/) Crédito Agrícola (http://www.credito-agricola.pt/) Caixanova – Caixa de Aforros de Vigo Ourense e Pontevedra (https://www.caixanova.es/) Caja de Badajoz (http://portal.cajabadajoz.es/) Caja Duero (http://www.cajaduero.pt/) Caja de Ahorros de Galicia (http://www.caixagalicia.pt/) Caja de Ahorros de Salamanca y Soria (http://www.cm-porto.pt/) Deutsche Bank (http://www.deutsche-bank.pt/) Finibanco (http://www.finibanco.pt/) Hyposwiss Private Bank Geneve (http://www.hyposwiss.ch/pt.htm) Millennium BCP (http://www.millenniumbcp.pt/) Montepio (http://www.montepio.pt/) Santader Totta (http://www.santandertotta.pt)
		Câmara Municipal do Porto
		Correios
		Finanças
		Hotéis

		Porto Turismo (http://www.visitporto.travel/)
	Juntas de Freguesia	Junta de Freguesia de Aldoar, Bonfim, Campanhã, Cedofeita, Foz do Douro, Lordelo do Ouro, Massarelos, Miragaia, Nevogilde, Paranhos, Ramalde, Santo Ildefonso, São Nicolau, Sé, Vitória (http://cm-porto.pt/)
	Loja do Cidadão	Portal do Cidadão (http://www.portaldocidadao.pt/)
	Tribunais	Portal Citius (http://www.citius.mj.pt/)
Saúde	Centros de Saúde e Hospitais	Administração Regional de Saúde do Norte (http://www.arsnorte.min-saude.pt/)

Anexo 2 - Especificação dos parâmetros do localizador de endereços

Campo	Descrição	Designação
Name	Identificação do localizador de endereços	Geradores_de_Viagem
Description	Estilo do localizador de endereços utilizado	Estilo Brasileiro (File)
Reference Data	Base cartográfica de referência	Porto_RV
Tipo de Via	Tipologia da via	PRENM
Nome da Via	Designação da Via	DESIGNM
Numeração Inicial Esquerda	Números de Polícia Impares iniciais de cada segmento de via	L_A_FROM
Numeração Final Esquerda	Números de Polícia Impares finais de cada segmento de via	L_A_TO
Numeração Inicial Direita	Números de Polícia Pares iniciais de cada segmento de via	R_A_FROM
Numeração Final Direita	Números de Polícia Pares finais de cada segmento de via	R_A_TO
The Field Containing	Campo que contém as Ruas	Street
Is Recognizes if it is named	Informação relativa às moradas	Morada
Spelling Sensitivity:	Grau de variação ortográfica do nome de uma rua permitido durante uma pesquisa entre os candidatos.	80
Minimum Candidate Score:	Valor mínimo que um registo necessita obter para ser considerado candidato.	10
Minimum Match Score:	Valor mínimo que um candidato necessita obter para ser georeferenciável.	60

Anexo 3 - Resultados finais da georeferenciação por moradas

Gerador de Viagem	Total	Matched	Score < 80	Score ≥ 80	Unmatched
Banco	270	270	108	162	0
Câmara Municipal do Porto	2	2	2	0	0
Centro Comercial	41	41	13	28	0
Centro de Saúde	22	22	8	14	0
Correio	26	26	10	16	0
Ensino Básico	64	63	45	18	1
Ensino Particular e Cooperativo	93	93	16	77	0
Ensino Pré-primário	66	64	25	39	2
Ensino Profissional	16	16	6	10	0
Ensino Secundário	10	10	6	4	0
Ensino Superior	35	35	18	17	0
Farmácia	62	62	7	55	0
Finanças	6	6	2	4	0
Hospital	18	18	11	7	1
Hotel	39	39	14	25	0
Junta de Freguesia	15	15	10	5	0
Loja do Cidadão	1	1	1	0	0
Supermercado	51	50	20	30	1
Tribunal	14	14	3	11	0
Total	852	847	325	522	5

Anexo 4 - Interdependencia casa-trabalho

Destino \ Origem	Espinho	Gondomar	Maia	Matosinhos	Porto	Póvoa de Varzim	Valongo	Vila do Conde	Vi. N. Gaia	Grande Porto
Espinho	9723	21	87	130	1036	8	0	12	2005	13021
Gondomar	178	33628	4403	4264	23536	30	2262	275	3702	72277
Maia	17	1095	26979	5288	11909	156	1489	939	1290	49162
Matosinhos	81	749	7836	43798	22133	576	867	1331	2047	79418
Porto	219	3001	5648	12277	83166	190	1159	738	6245	112642
Póvoa de Varzim	2	29	216	469	1137	21725	27	3717	85	27407
Valongo	46	2344	4484	1800	8979	22	19264	198	893	38032
Vila do Conde	15	50	1887	1763	1698	3830	114	21688	198	31243
V. N. Gaia	1943	1022	2942	4795	30310	38	683	422	86725	128880
Grande Porto	12224	41939	54482	74586	183903	26575	25865	29320	103190	552083

FONTE: INE, 2002

Texto escrito conforme o Acordo Ortográfico.